

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**



**Grado en Ingeniería Informática**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Recomendación de Métodos de Usabilidad para  
Proyectos Software Centrados en el Usuario**

**Luis Cayola Pérez**  
**Tutor: José Antonio Macías Iglesias**

**MAYO 2016**



# **Recomendación de Métodos de Usabilidad para Proyectos Software Centrados en el Usuario**

**AUTOR: Luis Cayola Pérez**  
**TUTOR: José Antonio Macías Iglesias**

**Grupo de Investigación GHIA - Grupo de Herramientas Interactivas Avanzadas**  
**Dpto. Ingeniería Informática**  
**Escuela Politécnica Superior**  
**Universidad Autónoma de Madrid**  
**Mayo de 2016**





# Resumen

El nivel de exigencia de los usuarios a la hora de trabajar con sistemas informáticos es cada vez mayor, resultando un requisito indispensable el alto grado de usabilidad de las aplicaciones software. En un mercado con tanta oferta como es el de las aplicaciones informáticas, es necesario que el usuario sienta que el sistema que utiliza le ayuda a incrementar su eficacia y eficiencia.

El diseño centrado en el usuario permite la creación de un software más fácil de usar y entender, incrementando así la satisfacción y productividad de los usuarios y por lo tanto de la empresa. Además facilita la identificación de problemas en etapas tempranas ahorrando costes y tiempo.

Sin embargo, la documentación existente dirigida a dar soporte a la aplicación de diseño centrado en el usuario en proyectos está dirigida en su mayor parte a jefes de proyecto, resultando poco manejable para trabajadores de distinto ámbito. Además, la información aportada es insuficiente al tratar un acotado número de técnicas de usabilidad sin dar suficiente detalle sobre su significado o su modo de aplicación.

En este Trabajo de Fin de Grado se presenta STRUM (*Scheduling Tool for Recommending Usability Methods*), una herramienta de soporte a la recomendación y aporte de información sobre métodos de usabilidad en base a las características de un proyecto software. Esta herramienta permite además al usuario la creación y gestión de sus proyectos, así como llevar un seguimiento de las técnicas de usabilidad aplicadas e incluir información útil para el seguimiento y aplicación de dichas técnicas.

La propuesta que se presenta está inspirada en las recomendaciones ofrecidas por la ISO/TR 16982 y su revisión, la ISO WD 9241-230. Sin embargo, estos estándares no aportan información relativa a la idoneidad de los métodos documentados cuando las restricciones no se dan en el proyecto. Del mismo modo, no hacen referencia a la posibilidad de que el usuario no sepa si una restricción estará presente durante su desarrollo. STRUM realiza recomendaciones que tengan estos aspectos en cuenta gracias a la información contenida en su base de datos. De hecho, a fin de proporcionar una información más general y completa que la ofrecida por estos documentos, la herramienta incluye un total de 43 técnicas (31 más que las que aparecen en la ISO/ TR 16982) a partir de las cuales el usuario obtendrá las recomendaciones y descripciones de aplicación.

La herramienta consiste en una aplicación web multiplataforma, fácil de usar e intuitiva. Para ello se hace uso de las tecnologías más utilizadas en el campo del desarrollo web con el objetivo de crear una interfaz que guíe al usuario y permita que el flujo de trabajo resulte rápido y natural. Además, la herramienta cuenta con dos idiomas disponibles (castellano e inglés).

Finalmente se describe la evaluación con usuarios realizada, en la cual la herramienta propuesta fue sometida a un uso real obteniendo buenos resultados, destacando su facilidad de aprendizaje y carácter intuitivo.

# Abstract

The demands of users when working with IT systems are increasing exponentially; therefore, the high degree of usability of software applications has become an essential requirement. In a competitive environment such as the computer applications market, it is necessary that the user feels that the system he is using is helping him to improve his effectiveness and efficiency.

User-centred design allows us to create software that is easier to use and understand, thus increasing the satisfaction and productivity of both the users and the company. It also eases the detection of problems in early stages, therefore saving costs and time.

However, the existing documentation for supporting the user-centred design application in projects is often targeted to project managers, so it does not come in handy for workers from other areas. Furthermore, the contributed information is insufficient since it covers a narrow range of usability techniques without providing enough details about their meanings and ways of application.

In this Bachelor Thesis introduces STRUM (*Scheduling Tool for Recommending Usability Methods*), a supporting tool for the recommendation and contribution of information according to the features of a software project. This tool also allows the user to create and manage his own projects, as well as tracking the applied usability techniques and adding useful information about their application.

To implement this tool, ISO/TR 16982 and its revision ISO WD 9241-230 have been used. However, these standards do not provide any information related to the suitability of the documented methods when no restrictions are set in a project. They likewise do not address the possibility that the user does not know if there are going to be restrictions during development. STRUM offers recommendations that take these matters into account thanks to the information stored in its database. In fact, in order to provide information that is more general and complete than the one offered by these documents, this application contains a total of 43 techniques (31 more than the ones included in ISO/ TR 16982) from which the user will obtain the recommendations and application descriptions.

This tool is based on a multiplatform web application, intuitive and easy to use. To this end, the most used technologies in web development are applied in order to create an interface that guides the user and allows a fast and natural work pace. Moreover, it is a bilingual tool which can be displayed in two different languages (Spanish and English).

Lastly, I will describe a user test in which the proposed tool was submitted to real users. The test obtained good results and remarkably good feedback in terms of ease of learning and intuitiveness.

## **Palabras clave**

Interacción Persona-Ordenador, Diseño Centrado en el Usuario, Métodos de Usabilidad, Herramienta de Soporte a la Gestión de Proyectos Centrados en el Usuario, Ingeniería del Software, Desarrollo Web

## **Keywords**

Human-Computer Interaction, User-Centered Design, Usability Methods, Supporting Tool for User-Centered Design Projects Management, Software Engineering, Web Development





## ***Agradecimientos***

A mi tutor, José Antonio, por su paciencia durante todo el proceso y por guiarme y enriquecer mi trabajo con su experiencia.

Y a toda mi familia, en especial a mis abuelos Fernando y Aurelia, por haberme apoyado siempre y animado en los momentos difíciles.



# INDICE DE CONTENIDOS

1 Introducción.....	5
1.1 Motivación.....	5
1.2 Objetivos.....	6
1.3 Organización de la memoria.....	7
2 Estado del arte .....	8
2.1 Análisis competitivo .....	8
2.2 Conclusiones tras el análisis competitivo .....	9
3 Diseño.....	10
3.1 Descripción de la propuesta.....	10
3.1.1 Descripción de la herramienta .....	10
3.1.2 Funcionalidades principales .....	10
3.2 Formalismo científico empleado .....	11
3.2.1 Enfoque elegido para la implementación del algoritmo .....	11
3.2.2 Selección de las técnicas empleadas.....	12
3.2.3 Elección de ciclo de vida y fases .....	12
3.2.4 Desarrollo de tablas del motor de recomendación .....	12
3.2.4.1 Tabla sí .....	12
3.2.4.2 Tabla no .....	12
3.2.4.3 Tabla no sé.....	13
3.2.5 Algoritmo empleado .....	13
3.3 Análisis .....	14
3.3.1 Diagrama de casos de uso.....	14
3.3.2 Casos de uso extendidos .....	15
3.3.2.1 Caso de Uso: Creación de nuevo proyecto .....	15
3.3.2.2 Caso de Uso: Modificación de las restricciones de un proyecto .....	16
3.3.2.3 Caso de Uso: Inserción de comentario tras aplicación de técnica.....	16
3.3.3 Análisis de datos .....	17
3.3.4 Educción de requisitos.....	17
3.3.4.1 Requisitos Funcionales .....	17
3.3.4.2 Requisitos No Funcionales .....	18
3.4 Diseño de la herramienta .....	19
3.4.1 Diseño Arquitectónico.....	19
3.4.1.1 Módulos de la herramienta .....	20
3.4.2 Diseño de Datos.....	20
3.4.3 Diseño Detallado .....	20
3.4.3.1 Diagramas de Secuencia.....	20
4 Desarrollo e implementación.....	23
4.1 Creación de prototipos.....	23
4.2 Estudio de tecnologías disponibles para la herramienta final .....	23
4.3 Interfaz de Usuario .....	25
5 Integración, pruebas y resultados .....	29
5.1 Pruebas de desarrollo.....	29
5.1.1 Comprobaciones de usabilidad para daltónicos.....	29
5.1.2 Comprobaciones de desarrollo <i>responsive</i> .....	30
5.2 Pruebas de concepto .....	30
5.2.1 Escenario 1 .....	30
5.2.1.1 Descripción del escenario .....	30
5.2.1.2 Resultados.....	31

5.2.2	Escenario 2 .....	32
5.2.2.1	Descripción del escenario .....	32
5.2.2.2	Resultados.....	33
5.2.3	Escenario 3 .....	34
5.2.3.1	Descripción del escenario .....	34
5.2.3.2	Resultados.....	35
5.2.4	Escenario 4 .....	36
5.2.4.1	Descripción del escenario .....	36
5.2.4.2	Resultados.....	36
5.2.5	Escenario 5 .....	37
5.2.5.1	Descripción del escenario .....	37
5.2.5.2	Resultados.....	38
5.3	Evaluación con usuarios .....	39
5.3.1	Método de evaluación.....	39
5.3.2	Participantes .....	40
5.3.3	Tareas.....	40
5.3.4	Análisis de los resultados .....	41
6	Conclusiones y trabajo futuro.....	44
6.1	Conclusiones.....	44
6.2	Trabajo futuro .....	45
	Referencias .....	46
	Glosario .....	48
	Anexos.....	I
A	Manual de instalación.....	I
B	Descripción de herramientas del análisis competitivo .....	V
	Usability Body of Knowledge .....	V
	Usability Net.....	V
	Usability First .....	VI
	Usability.gov .....	VI
	Nielsen and Norman Group.....	VI
	Usability Planner .....	VII
C	Catálogo de técnicas tratadas en la herramienta.....	VIII
D	Otros enfoques estudiados .....	XIII
E	Preguntas del cuestionario de restricciones .....	XV
F	Tablas del motor de recomendación.....	XVI
G	Agrupación de técnicas en caso de incertidumbre.....	XX
H	Diagrama entidad/relación de la base de datos.....	XXI
I	Esquema relacional de la base de datos .....	XXII
J	Interfaces y salidas de los prototipos desarrollados .....	XXIII
K	Ejemplos de maquetas de la herramienta .....	XXV
L	Pantallas de la interfaz de la herramienta .....	XXVIII
M	Comprobaciones de accesibilidad para daltonismo.....	XXXI
N	Ejemplos de diseño responsive.....	XXXIV
O	Entrada del usuario para los escenarios de la prueba de concepto .....	XXXIX
P	Tareas del test de Usuarios .....	XLII
Q	Resultados del cuestionario USE.....	XLIII

# INDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1 - CICLO DE VIDA PROPUESTO POR LA HERRAMIENTA.....	12
FIGURA 3.2 – OBTENCIÓN DE LOS VALORES DE RECOMENDACIÓN.....	13
FIGURA 3.3 - OBTENCIÓN DE PORCENTAJES.....	14
FIGURA 3.4 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	15
FIGURA 3.5 – ESQUEMA GENERAL DE LA ARQUITECTURA DE LA HERRAMIENTA.....	19
FIGURA 3.6 – DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO 1.....	21
FIGURA 3.7 – DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO 2.....	22
FIGURA 3.8 – DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO 3.....	22
FIGURA 4.1 – PANTALLA DE LISTA DE PROYECTOS.....	25
FIGURA 4.2 – NOTIFICACIÓN DE AUSENCIA DE RESTRICCIONES.....	26
FIGURA 4.3 – NOTIFICACIÓN DE AUSENCIA DE PLANIFICACIÓN.....	26
FIGURA 4.4 – PANTALLA DE NUEVO PROYECTO.....	26
FIGURA 4.5 – DETALLE DE CALENDARIO PARA SELECCIÓN DE FECHAS.....	26
FIGURA 4.6 – PANTALLA DE SEGUIMIENTO.....	27
FIGURA 4.7 – PANEL DE INFORMACIÓN DE TÉCNICA.....	27
FIGURA 4.8 – PANEL DE TÉCNICA APLICADA.....	27
FIGURA 5.1 - RESULTADO ESCENARIO 1.....	31
FIGURA 5.2 - RESULTADO ESCENARIO 2.....	33
FIGURA 5.3 - RESULTADO ESCENARIO 3.....	35
FIGURA 5.4 - RESULTADO ESCENARIO 4.....	36
FIGURA 5.5 - RESULTADO ESCENARIO 5.....	38
FIGURA 5.6 – PROPORCIÓN HOMBRES-MUJERES DEL TEST DE USUARIO.....	40
FIGURA 5.7 – GRADO DE ÉXITO DE LAS TAREAS DEL TEST DE USUARIO - EFICACIA.....	41
FIGURA 5.8 – GRÁFICA DE TIEMPOS DEL TEST DE USUARIO Y ERROR A PARTIR DEL INTERVALO DE CONFIANZA AL 95% - EFICIENCIA.....	42
FIGURA 5.9 – DATOS DEL CUESTIONARIO USE PARA LA INTERFAZ WEB.....	43
FIGURA A.1 – SITIO WEB DE XAMPP.....	I
FIGURA A.2 – SITIO WEB DEL IDE BRACKETS.....	I
FIGURA A.3 – INTERFAZ DE XAMPP.....	II
FIGURA A.4 – CREACIÓN DE BASE DE DATOS EN MYPHPADMIN.....	II
FIGURA A.5 – IMPORTACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN EL SERVIDOR.....	III
FIGURA A.6 – CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO EN BRACKETS.....	III
FIGURA A.7 – BOTÓN DE GENERACIÓN DE VISTA PREVIA DINÁMICA.....	IV
FIGURA B.1 - INTERFAZ DE USABILITY BODY OF KNOWLEDGE.....	V
FIGURA B.2 - INTERFAZ DE USABILITY NET.....	V
FIGURA B.3 - INTERFAZ DE USABILITY FIRST.....	VI
FIGURA B.4 - INTERFAZ DE USABILITY.GOV.....	VI
FIGURA B.5 - INTERFAZ DE NIELSEN AND NORMAN GROUP.....	VI
FIGURA B.6 - INTERFAZ DE USABILITY PLANNER.....	VII
FIGURA F.1 – TABLA DE VALORES DE FASE.....	XVI
FIGURA F.2 – TABLA <i>SÍ</i> .....	XVII
FIGURA F.3 – TABLA <i>NO</i> .....	XVIII
FIGURA F.4 – TABLA <i>NO SÉ</i> .....	XIX
FIGURA G.1 – CLASIFICACIÓN DE TÉCNICAS EN CASO DE INCERTIDUMBRE.....	XX
FIGURA H.1 - DIAGRAMA ENTIDAD/RELACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	XXI
FIGURA I.1 – ESQUEMA RELACIONAL DE LA BASE DE DATOS.....	XXII
FIGURA J.1 – RESULTADO DEL PRIMER PROTOTIPO.....	XXIII
FIGURA J.2 – SELECCIÓN DE RESTRICCIONES EN EL SEGUNDO PROTOTIPO.....	XXIII
FIGURA J.3 – RESULTADO DEL SEGUNDO PROTOTIPO.....	XXIV

FIGURA K.1 – MAQUETA DE PANTALLA DE LOG IN .....	XXV
FIGURA K.2 – MAQUETA DE PANTALLA DE LISTA DE PROYECTOS .....	XXVI
FIGURA K.3 – MAQUETA DE PANTALLA DE NUEVO PROYECTO .....	XXVI
FIGURA K.4 – MAQUETA DE PANTALLA DE MODIFICACIÓN DE RESTRICCIONES.....	XXVII
FIGURA K.5 – MAQUETA DE PANTALLA DE SEGUIMIENTO .....	XXVII
FIGURA L.1 – PANTALLA DE LOG IN .....	XXVIII
FIGURA L.2 – PANTALLA DE REGISTRO.....	XXVIII
FIGURA L.3 – PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA DE NUEVO PROYECTO (PLANIFICACIÓN Y MENÚ INFERIOR) .....	XXIX
FIGURA L.4 – PANTALLA DE RESTRICCIONES.....	XXIX
FIGURA L.5 – PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE PROYECTO .....	XXX
FIGURA L.6 – LISTA DE TÉCNICAS APLICADAS EN EL PROYECTO .....	XXX
FIGURA M.1 - SIMULACIÓN NORMAL LISTA PROYECTO .....	XXXI
FIGURA M.2 - SIMULACIÓN DEUTERANOMALÍA LISTA PROYECTO .....	XXXI
FIGURA M.3 - SIMULACIÓN DEUTERANOPIA LISTA PROYECTO .....	XXXI
FIGURA M.4 - SIMULACIÓN NORMAL MODIFICAR RESTRICCIONES .....	XXXII
FIGURA M.5 - SIMULACIÓN DEUTERANOMALÍA MODIFICAR RESTRICCIONES .....	XXXII
FIGURA M.6 - SIMULACIÓN DEUTERANOPIA MODIFICAR RESTRICCIONES .....	XXXII
FIGURA M.7 - SIMULACIÓN NORMAL SEGUIMIENTO.....	XXXIII
FIGURA M.8 – SIMULACIÓN DEUTERANOMALÍA SEGUIMIENTO.....	XXXIII
FIGURA M.9 - SIMULACIÓN DEUTERANOPIA SEGUIMIENTO.....	XXXIII
FIGURA N.1 – INTERFAZ DE LISTA DE PROYECTOS EN ORDENADOR PORTÁTIL .....	XXXIV
FIGURA N.2 – INTERFAZ DE LISTA DE PROYECTOS EN SMARTPHONE (iPhone 5s).....	XXXIV
FIGURA N.3 – INTERFAZ DE LISTA DE PROYECTOS EN TABLETA (Nexus 10).....	XXXV
FIGURA N.4 – INTERFAZ DE RESTRICCIONES EN ORDENADOR PORTÁTIL.....	XXXVI
FIGURA N.5 – INTERFAZ DE RESTRICCIONES EN SMARTPHONE (iPhone 5s) .....	XXXVI
FIGURA N.6 – INTERFAZ DE SEGUIMIENTO EN ORDENADOR PORTÁTIL .....	XXXVII
FIGURA N.7 – INTERFAZ DE SEGUIMIENTO EN SMARTPHONE (Galaxy Edge S6) .....	XXXVII
FIGURA N.8 – INTERFAZ DE SEGUIMIENTO EN TABLETA (Nexus 7).....	XXXVIII
FIGURA N.9 – INTERFAZ DE SEGUIMIENTO EN SMARTPHONE (iPhone 5s).....	XXXVIII
FIGURA O.1 – ENTRADA USUARIO ESCENARIO 1 .....	XXXIX
FIGURA O.2 – ENTRADA USUARIO ESCENARIO 2 .....	XXXIX
FIGURA O.3 – ENTRADA USUARIO ESCENARIO 3 .....	XL
FIGURA O.4 – ENTRADA USUARIO ESCENARIO 4 .....	XL
FIGURA O.5 – ENTRADA USUARIO ESCENARIO 5 .....	XLI
FIGURA Q.1 – RESULTADOS DETALLADOS DEL CUESTIONARIO USE .....	XLIII

## INDICE DE TABLAS

TABLA 5.1– ESTADÍSTICAS DE TIEMPO DEL TEST DE USUARIO - EFICIENCIA .....	41
--	----

# 1 Introducción

---

En esta sección se realizará una breve descripción de la situación actual del ámbito en que se aplica este trabajo y se motivará su realización. Seguidamente, se definirán los objetivos de la herramienta final y se describirá la organización de esta memoria.

## 1.1 Motivación

Actualmente la usabilidad y el Diseño Centrado en el Usuario (UCD, en inglés) se han convertido en aspectos fundamentales a ser considerados durante el desarrollo de proyectos software para asegurar en gran medida su calidad y éxito. Un software poco usable implica una reducción en la productividad, altos tiempos de aprendizaje, y consecuentemente un rechazo del sistema.

En los últimos años, el diseño de interfaces y aplicaciones informáticas ha evolucionado con el fin de mejorar la eficiencia, eficacia y satisfacción de los usuarios. El diseño de un dispositivo o programa sin tener en cuenta a los usuarios finales y sus capacidades implicaría una fuerte desventaja en un mercado tan competitivo como el actual [1]. La aplicación de métodos de usabilidad en el desarrollo de un proyecto garantiza que las mencionadas exigencias se satisfagan.

A fin de proporcionar un marco de referencia, existen documentos estandarizados como la ISO/TR 16982:2002 [2] y su revisión, la ISO 9241-210:2010 [3] que, por medio de la definición de una serie de restricciones que pueden darse o no, sirven para decidir si un método de usabilidad sería una buena opción a aplicar en un determinado momento del desarrollo del software. Además, incluyen ejemplos y plantillas de aplicación, y han sido utilizados y comentados en distintas publicaciones donde se analiza la adecuación de los métodos para cada caso [4, 5]. Sin embargo, este estándar está orientado especialmente a jefes de proyecto, no resultando accesible para otro tipo de perfiles que podrían resultar relevantes en el proceso. Además, está restringido a métodos usados universalmente por especialistas en usabilidad, sin dar una explicación concreta al nivel de detalle deseado sobre cómo implementar o llevar a cabo los métodos en cuestión descritos.

El marco de aplicación de las técnicas o métodos de usabilidad (en este trabajo se tratarán indistintamente) y su relación con las distintas actividades de la ingeniería de software presenta dificultades, haciendo el introducir el UCD en los proyectos una tarea nada obvia. Por este motivo, en ocasiones los encargados deben hacer frente a grandes cantidades de documentación, en muchos casos mal organizada, teniendo que emplear más tiempo del necesario.

En este trabajo se presentará STRUM (*Scheduling Tool for Recommending Usability Methods*), una herramienta de soporte a la recomendación y aporte de información sobre métodos de usabilidad en base a las características de un proyecto software, que el usuario introducirá de forma sencilla mediante un cuestionario. El usuario podrá insertar comentarios sobre las técnicas aplicadas y acceder a ellos en todo momento. Además, mediante su empleo el usuario podrá gestionar sus proyectos de una forma intuitiva que garantice altos niveles de eficiencia sin suponer grandes esfuerzos. Gracias a sus funcionalidades de gestión de fechas, el usuario podrá definir hitos y obtener recomendaciones apropiadas para la fase del proyecto en que se encuentre de forma automática. Además, la herramienta será bilingüe y podrá ser utilizada en todo tipo de dispositivos portátiles gracias a su diseño *responsive*. De esta forma, el usuario tendrá acceso a una información más homogénea y podrá llevar a cabo proyectos de alta usabilidad de forma más eficaz.



## 1.2 Objetivos

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es crear una herramienta de soporte a la recomendación de métodos de usabilidad a aplicar en un proyecto de software, dando además acceso a información sobre estos y sobre su modo de aplicación. Estas recomendaciones se realizarán en base a las características del proyecto. Para ello, el presente trabajo se apoyará en las siguientes hipótesis de partida:

- **H1:** Es posible generar recomendaciones de métodos de usabilidad a aplicar en las distintas fases de un proyecto a partir de datos sobre su grado de idoneidad en función de las circunstancias concretas de este, incluso cuando exista incertidumbre sobre la existencia o no de alguna de las restricciones posibles.

- **H2:** Es posible sistematizar el proceso descrito en la hipótesis **H1** mediante la construcción de una herramienta fácil de usar y de aprender por el Gestor de Proyecto, que permita generar automáticamente recomendaciones, así como gestionar varios proyectos de forma simultánea y realizar comentarios sobre aquellas técnicas que hayan sido aplicadas.

Para corroborar la hipótesis **H1**, será necesario en primer lugar hacer un análisis previo de las herramientas existentes que traten de afrontar el problema que nos ocupa. Además, se realizará una labor de investigación sobre las características de los métodos de usabilidad con los que trabaje la herramienta para determinar su conveniencia en cada situación. A continuación se formalizará esta información y se buscará la mejor opción para almacenarla para su procesamiento. A fin de solventar el problema de la incertidumbre, se buscará una forma de determinar generalmente la idoneidad de una técnica para ofrecer recomendaciones válidas y contrastadas.

Una vez modelados los datos obtenidos, se procederá al desarrollo de una herramienta con las características propuestas en la hipótesis **H2**. Se buscará la generalidad a fin de que la herramienta pueda ser empleada en todo tipo de proyectos. Además se aumentará el número de métodos y técnicas con respecto a los 12 propuestos en la ISO/TR 16982:2002 hasta un número de 43 métodos, a fin de contar con un mayor número de opciones a la hora de decidir qué método aplicar. Se incluirán además métodos y técnicas que resulten específicamente favorables para proyectos con condiciones concretas, permitiendo así la recomendación de métodos de una forma más personalizada, centrándose siempre en el incremento del grado de usabilidad y evitando distracciones debidas a grandes cantidades de información o la existencia de otros factores ajenos a la finalidad principal del proyecto.

A fin de desarrollar un proyecto que resulte de utilidad para personas de cualquier parte del mundo, se ofrecerá la posibilidad de cambiar el idioma de la herramienta al inglés de forma íntegra. Igualmente, se cuidará que la interfaz de usuario sea sencilla de usar, de forma que el flujo de utilización del programa resulte natural al usuario desde su primera toma de contacto con el mismo. La herramienta será una web con diseño *responsive* que permita su utilización en todo tipo de dispositivos sin que la experiencia de uso se vea perjudicada.

## 1.3 Organización de la memoria

La memoria presentada consta de los siguientes capítulos:

- **Estado del Arte (Capítulo 2)**: incluye un análisis de las herramientas existentes que abordan el problema tratado. Se muestran las ventajas y desventajas de éstas y se concluye determinando los aspectos que la herramienta propuesta debe mejorar.
- **Diseño (Capítulo 3)**: este apartado comienza con la descripción de la herramienta presentada y sus funcionalidades principales. A continuación se explica el proceso de diseño de la herramienta. En primer lugar se desarrolla el formalismo científico empleado. A continuación, en el apartado de Análisis, se incluye el diagrama de casos de uso, se detallan los más representativos, se describe el Análisis de Datos, y se define el catálogo de requisitos. Seguidamente, en el apartado de Diseño de la herramienta, se describe el diseño arquitectónico, el diseño de datos y el diseño detallado de la herramienta.
- **Desarrollo e implementación (Capítulo 4)**: se describe el proceso de creación de los prototipos de la herramienta y las tecnologías empleadas para el desarrollo del producto final. Además se explican las decisiones tomadas para la implementación de la interfaz de usuario.
- **Integración, pruebas y resultados (Capítulo 5)**: incluye la descripción de las pruebas realizadas durante el desarrollo. A continuación se realiza una prueba de concepto en la que evidencian las capacidades de la herramienta, aplicándola en situaciones reales de proyectos. Finalmente se describe el test con usuarios llevado a cabo para la evaluación del producto final.
- **Conclusiones y líneas futuras (Capítulo 6)**: descripción del trabajo realizado, conclusiones tomadas, y posibles mejoras a llevar a cabo en el futuro.
- **Referencias**: listado con la bibliografía, recursos online, etc., empleados para la elaboración del trabajo.
- **Glosario**: se explican brevemente algunos tecnicismos empleados en la memoria para garantizar su completo entendimiento.
- **Anexos**: se incluyen diversos anexos con información complementaria y detallada de los aspectos tratados a lo largo de la memoria.

## 2 Estado del arte

---

En esta sección se describirán las aplicaciones y sitios web estudiados en busca de conocer el estado actual del ámbito tratado. A continuación se detallan las conclusiones obtenidas tras el análisis competitivo, sintetizando cuales son los aspectos más trabajados y cuales requieren ser mejorados, a fin de asegurar el carácter innovador y de mejora de este trabajo.

### 2.1 *Análisis competitivo*

Se realizó un estudio de las herramientas de soporte existentes que poseen mayor relevancia en el ámbito del problema tratado en este trabajo y una documentación de mayor calidad. Durante el análisis competitivo, se tuvieron en cuenta aspectos como la interfaz, el número de métodos tratados, la estructura de la documentación, y funcionalidades concretas de cada solución. En el Anexo B se incluyen imágenes de sus interfaces.

- **Usability Body of Knowledge [6]**: este portal web engloba información procedente de artículos publicados, conferencias y experiencia profesional de expertos en usabilidad. En él se pueden encontrar explicaciones detalladas de un gran número de métodos, guías para el diseño de interacción, definiciones útiles y un glosario. Como **aspectos positivos**, destaca el elevado número de métodos descritos, que incluye un glosario con definiciones breves y concisas que permiten dar al usuario una idea rápida sobre el método o concepto tratado, y que describe ventajas y desventajas de algunos métodos e incluye numerosas referencias para ampliar conocimientos. Como **aspectos negativos**, se observa que según el método, la información aportada es distinta, de modo que no existe una homogeneidad.

- **Usability Net [7]**: se trata de un proyecto fundado por la Unión Europea que permite el acceso a información de utilidad como materiales de referencia o guías de uso. Se incluye una tabla de métodos de usabilidad desarrollada por Nigel Bevan, organizados según la fase del ciclo de vida a la que son más afines. Como **aspectos positivos** destaca la información bastante extensa para numerosos métodos, incluyendo alternativas de características semejantes para algunos de ellos. Cuenta además con la funcionalidad de definir tres tipos de restricciones para el proyecto mostrándose de forma bastante visual que métodos son los mejores dadas esas circunstancias. Como **aspectos negativos**, la interfaz resulta poco atractiva y anticuada. Además tiene demasiados botones y opciones en poco espacio que hacen poco intuitiva su utilización. Pese a permitir la definición de tres tipos de restricciones, hay muchas otras que no tiene en cuenta. Finalmente, el proyecto se abandonó en 2006.

- **Usability First [8]**: portal web que aporta información sobre el diseño centrado en el usuario, accesibilidad, testeo de usabilidad y arquitectura de la información. Como **aspectos positivos** destacaríamos su interfaz agradable y sencilla forma de desplazarse entre los distintos métodos. Como **aspectos negativos**, no existe la posibilidad de comparar los métodos ni relacionarlos (se limita a aportar información), de modo que sólo sirve para la realización de consultas. Además la información aportada no es homogénea para cada método, siendo en ocasiones extensa y en otras bastante breve. Por último, el número de métodos descritos es bajo.

- **Usability.gov [9]**: es el portal del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos. Con una cuidada interfaz, ofrece sus recursos organizados en secciones como Administración de proyectos, investigación de Usuario, etc. Entre sus **aspectos positivos** destaca que contenga información de calidad sobre los métodos tratados y que incluya consejos para una eficiente aplicación de los mismos así como el tipo de información que aportan. Como **aspectos negativos**, se observa que el número de métodos

desarrollados no es demasiado alto. Además, la estructura del portal resulta algo confusa. Finalmente, pese a tener una interfaz atractiva, resulta un poco confuso moverse por los distintos artículos.

- **Nielsen and Norman Group [10]:** sitio web del reputado Nielsen and Norman Group, especializado en investigación de experiencia del usuario, entrenamiento y consulta. Como **aspectos positivos**, señalamos que contiene unos gráficos que ilustran de manera bastante visual cuándo es mejor emplear una técnica u otra y el tipo de información que se deriva de la aplicación de cada una de ellas. Además se trata de una explicación accesible y con matices psicológicos que resultan de interés. Aporta puntos de vista no tratados en las otras opciones analizadas. Como **aspectos negativos**, resaltamos que pese a que el número de técnicas y métodos expuestos es alto, la explicación es breve, sirviendo sólo para hacerse una idea muy superficial del método en cuestión. Además no existe posibilidad de comparar de forma interactiva los distintos métodos a partir de las características concretas del proyecto.

- **Usability Planner [11]:** se trata de una aplicación web cuya finalidad y características son semejantes a las de este proyecto, aunque se perciben ciertos aspectos que podrían ser mejorados y existen diferencias relevantes como el empleo de un ciclo de vida mucho más concreto y la importante componente que supone el estudio de riesgos y costes en el proceso que guía. Así, se trata de una aplicación mucho más específica. Además difiere en que no existen automatismos en la gestión de fechas para ofrecer distintas recomendaciones de forma automática según el momento de la planificación en que se encuentre el proyecto. Como **aspectos positivos**, destaca que permite modificar las restricciones y observar cómo afecta esto a las recomendaciones y ordenaciones de forma dinámica y en tiempo real. Además cuenta con un número considerable de técnicas y con documentación breve sobre ellas que permite al usuario conocer la idea general. Como **aspectos negativos**, se considera que podría simplificarse el proceso eliminando flujos innecesarios o de utilidad ajena al incremento de usabilidad en el proyecto. Además, el modelo de ciclo de vida empleado resulta bastante confuso y se centra demasiado en las características de riesgos y costes del proyecto, haciendo de la aplicación algo menos general que lo que se busca con este trabajo. Finalmente, el sistema de recomendación por estrellas que emplea puede resultar algo confuso y no existe ningún mecanismo que automatice el avance en las fases.

## 2.2 Conclusiones tras el análisis competitivo

Tras el estudio de las herramientas existentes se ha llegado a la conclusión de que es necesario que nuestra herramienta tenga un carácter general en la que se tenga acceso a una documentación clara y homogénea de las técnicas recomendadas, todo ello estructurado de una forma sencilla y con acceso a ayuda en todo momento.

Se ha observado que algunas de las propuestas actuales tratan de abarcar otros aspectos ajenos al incremento del grado de usabilidad del proyecto, dando lugar a una excesiva oferta de opciones que pueden dar lugar a que el usuario sienta que no tiene el control de la aplicación. Se tratará de crear una herramienta con interfaz sencilla y atractiva que garantice una buena experiencia de uso. Igualmente consideramos que sería de interés añadir la opción de gestionar los proyectos sobre los que se está aplicando las técnicas recomendadas para poder realizar un seguimiento y mostrar una información más personalizada. Por lo general, las propuestas existentes no permiten establecer hitos del proyecto, que podrían resultar de gran utilidad para el usuario a la hora de organizarse. Además, debido al actual uso extensivo de los dispositivos portátiles a la hora de administrar los proyectos, se buscará que la herramienta sea *responsive* de modo que la visualización de las recomendaciones se amolde a la pantalla y se facilite su empleo, funcionalidad que no existe en varias de las propuestas estudiadas al ser este un aspecto de gran actualidad.

## 3 Diseño

---

### 3.1 Descripción de la propuesta

La elaboración de la herramienta propuesta ha implicado afrontar tareas más allá de la realización de una aplicación web. Ha sido necesaria una importante labor de investigación para decidir el conjunto de técnicas que se emplearán para realizar las recomendaciones, así como el estudio de la idoneidad de cada técnica, dado un proyecto con restricciones concretas y una fase específica. En este apartado se realiza una descripción de la herramienta presentada y se explican sus funcionalidades principales.

#### 3.1.1 Descripción de la herramienta

STRUM permite a los desarrolladores de un proyecto software gestionar la aplicación de técnicas de usabilidad a partir de recomendaciones en cualquiera de sus fases de forma organizada y sencilla. STRUM trata de conjugar simplicidad con efectividad. Tras un estudio de las otras herramientas existentes que buscan resolver este problema, se ha llegado a la conclusión de que es necesaria una herramienta más general que garantice que el usuario tenga seguridad y control sobre toda la información que maneje, sin otros elementos distractores que se encuentran fuera del alcance de la creación de un proyecto software centrado en el usuario. Otro aspecto destacable de STRUM es el tratamiento de la incertidumbre en caso de que el usuario no sepa qué responder en alguna de las preguntas que definen las restricciones del proyecto. El motor de recomendación de la herramienta cuenta con información sobre la eficacia general de los métodos y en caso de no contar con una respuesta clara la tendrá en cuenta a la hora de recomendar uno u otro. Para completar las tablas que contienen los datos empleados en el algoritmo de recomendación, ha sido necesario estudiar cada una de las técnicas de forma individual y razonar el grado de aporte que supondrían en un proyecto en el que se diera cada una de las restricciones posibles.

La colección de técnicas a partir de las cuales la herramienta efectuará las recomendaciones está formada por los 12 métodos propuestos por la ISO/TR 16982, considerados de especial utilidad, y por las técnicas consideradas más efectivas en [13], en el cual se realizó un análisis de una amplia bibliografía de expertos en usabilidad y de la cual se extrajeron aquellos métodos que mejores resultados producían. Al ser estas últimas muy numerosas, se estudió cada una de ellas y sólo se han incluido las más eficaces (atendiendo a aspectos como la facilidad de aplicación, los costes que suponen, o el grado de experiencia que requiere su aplicación). El resultado ha sido un conjunto de **43 técnicas** con una eficacia demostrada y de las cuales es posible encontrar información que facilite su aplicación al usuario final en caso de necesitar ampliar sus conocimientos sobre las mismas. El conjunto de técnicas con una descripción breve de cada una de ellas se encuentra en el Anexo C de este documento.

El proceso se verá completado con las funcionalidades de gestión de proyectos y de seguimiento de los mismos, siendo posible la inserción de comentarios sobre la aplicación de técnicas para cada fase y la obtención del listado de comentarios generales de la técnica para todo el proyecto.

#### 3.1.2 Funcionalidades principales

La herramienta contará con una interfaz fácil de usar que guíe al usuario por todo el proceso, permitiéndole además personalizar y establecer la planificación del proyecto mediante un modo configuración en el que el usuario puede introducir las fechas definidas para cada fase del ciclo de vida. La herramienta realizará las recomendaciones correspondientes en función del momento del calendario en que se encuentre, atendiendo a la planificación definida por el usuario. Esta planificación podrá ser modificada en cualquier momento.

Además, el usuario podrá especificar nuevos proyectos de forma sencilla, incluyendo información sobre ellos como un identificador o una descripción breve. La herramienta permitirá consultar todos los proyectos creados por el usuario y gestionarlos de forma sencilla e intuitiva, informando de la etapa (o etapas) en que se encuentra el proyecto, obteniéndose así una visión general del grado de avance de los mismos. Una vez el proyecto tenga la información necesaria (notificando al usuario en caso de no ser así), se podrá acceder a la pantalla de recomendaciones, en la cual se mostrarán las técnicas, organizadas por su porcentaje de recomendación, permitiendo una vez más tener una visión general.

El usuario podrá acceder a información específica sobre cada técnica, así como incluir comentarios sobre la aplicación de la misma en el proyecto. Desde el listado de técnicas aplicadas en un proyecto, el usuario podrá leer los comentarios de aplicación de una técnica concreta para todas las fases en las que ha sido aplicada. Además, la herramienta estará disponible en castellano e inglés, pudiendo cambiar el idioma en cualquier momento. Las funcionalidades se explicarán más en detalle en el catálogo de requisitos.

## **3.2 Formalismo científico empleado**

En esta sección se describirá el formalismo científico utilizado para la construcción de la herramienta presentada. El proceso de creación de la misma, además de las tareas de desarrollo y diseño, implicó una labor extensa de documentación para la selección de las técnicas más apropiadas, así como un estudio de las posibles formas de afrontar el problema. La descripción de otros enfoques estudiados, que fueron descartados para su uso en la propuesta ideada, se encuentra en el Anexo D de este documento.

### **3.2.1 Enfoque elegido para la implementación del algoritmo**

La herramienta propuesta está inspirada en la ISO/TR 16892 al tratar de determinar qué técnicas resultará más apropiado aplicar durante una fase concreta del proyecto en función de una serie de características del mismo. Para ello, determina las restricciones principales que puede tener un proyecto y cómo afectan estas a la idoneidad de unas técnicas u otras. Para representar este grado de idoneidad, se hace uso de símbolos cuyo significado varía desde *no recomendado* hasta *recomendado*. Estos símbolos se estructuran en tablas, de modo que para conocer el grado de recomendación de una técnica ha de mirarse la celda correspondiente a la fila de la posible restricción y la columna de la técnica a consultar. Para su investigación, [12] trata estos símbolos como valores numéricos concretos en una escala. Basándonos en este enfoque, se estudió la posibilidad de, a partir de estos valores cuantificados, crear un algoritmo o tener un motor de inferencia que realice los cálculos pertinentes para saber qué método es el más adecuado.

De esta forma el trabajo se reduciría a un problema de interpretación y tratamiento estadístico de números en una escala concreta, pudiendo tratar los casos de incertidumbre como caso especial o como un número más (por ejemplo un valor neutro, como se hace en los ejemplos de la ISO). El usuario determinaría las restricciones del proyecto a través de un cuestionario cuyas preguntas estén basadas en las restricciones de la ISO/TR 16892. El conjunto de preguntas del cuestionario se incluye en el Anexo E de este documento. A continuación, se haría internamente un cálculo para acabar emitiendo finalmente un resultado normalizado para cada técnica en cada fase del proyecto, por ejemplo: para la fase X, "se recomienda el método/técnica Y con un 97% de aplicabilidad".

Fue necesario realizar un estudio aplicado a casos más concretos para determinar la validez de este enfoque. Finalmente, se concluyó que se trataba del más adecuado para afrontar el problema que nos ocupa.

### 3.2.2 Selección de las técnicas empleadas

Dado que mediante el enfoque finalmente tomado se pudo reducir la complejidad del problema, se decidió incluir un mayor número de técnicas y métodos para dar al usuario un mayor rango de posibilidades y recursos. A partir de las herramientas estudiadas en el análisis competitivo y otras referencias como [12] y [13], se amplió el número de métodos y técnicas tratados **de 12 a 43**.

El proceso de selección de las técnicas con que trabajaba la herramienta se basó en el estudio realizado por [13], en el que determina la calidad general de una técnica a partir de factores como su representatividad en otras referencias, su aplicabilidad, la necesidad de formación y su grado de aportación frente al esfuerzo necesario para su aplicación.

Se seleccionaron las técnicas calificadas como *Muy útiles* y a continuación se incluyeron los métodos descritos en la ISO/TR 16982, atendiendo a posibles repeticiones.

### 3.2.3 Elección de ciclo de vida y fases

Para las fases del proyecto se ha decidido tomar como referencia las propuestas en la ISO/TR 16982, en el apartado donde relaciona las cuatro actividades clave del UCD de la ISO 13407 y el ciclo de vida de la ISO 12207.

Sin embargo, algunos de los nombres resultaban poco intuitivos y reconocibles para el usuario medio, que no necesariamente tiene que haber leído estos documentos. Por ello se decidió renombrar las fases, sin pérdida de contenido, ya que en la ISO los nombres genéricos recogen varias subfases, como ocurre con *Diseño Arquitectónico* que engloba la fase de *Diseño* y la de *Implementación*. Del mismo modo se cambió el nombre de la fase de *Pruebas de Cualificación* por *Evaluación y Pruebas*. El resultado se muestra en la Figura 3.1. De esta forma, se ha garantizado que el usuario sea capaz de identificar las fases tratadas al mismo tiempo que respetamos la estructuración definida por la ISO.

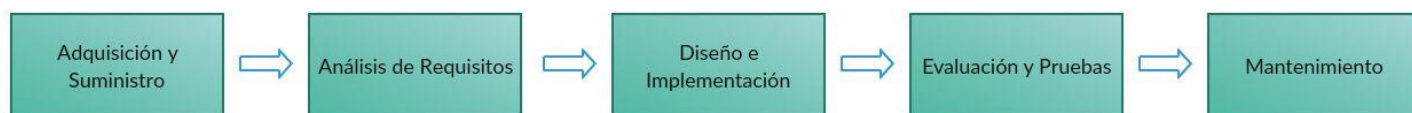


Figura 3.1 - Ciclo de vida propuesto por la herramienta

### 3.2.4 Desarrollo de tablas del motor de recomendación

Para la creación del motor de inferencia, y siguiendo el enfoque de recomendación basada en la cuantificación en una escala, se procedió a crear tres tablas para recoger la valoración de idoneidad de cada una de las técnicas en función de si se cumplen o no las restricciones posibles, en una escala del 0 al 5. El valor 0 implica que la técnica no se puede aplicar, mientras que el valor 5 implica que la técnica es altamente recomendable para esas circunstancias. En este apartado se describe brevemente el criterio seguido para la construcción de estas tablas, núcleo del motor de inferencia de la herramienta.

#### 3.2.4.1 Tabla *sí*

La tabla *sí* recoge las valoraciones de las técnicas cuando la restricción se da en el proyecto, es decir, la situación descrita en el enunciado de la restricción es aplicable al proyecto en cuestión. Para completarla se realizó una labor de investigación a fin de conocer en qué circunstancias la técnica resultaba más favorable y en cuales menos. Se tomó como referencia las valoraciones realizadas en la ISO/TR 16982, que tratan este caso en concreto. Esta tabla se encuentra en la Figura F.2 del Anexo F.

#### 3.2.4.2 Tabla *no*

La tabla *no* recoge las valoraciones de las técnicas cuando la restricción **no** se da en el proyecto, es decir, la situación descrita en el enunciado de la restricción no es aplicable al

proyecto en cuestión. Su compleción se realizó de forma similar a la tabla *sí*, valorando si cada una de las técnicas resulta favorable en un proyecto pese a que no se den las restricciones o si por el contrario resultaría de poca ayuda o incluso contraproducente. Esta tabla se encuentra en la Figura F.3 del Anexo F.

### 3.2.4.3 Tabla *no sé*

La tabla *no sé* recoge las valoraciones de las técnicas cuando el usuario no sabe si la restricción se dará en el proyecto, esto es, si no se sabe si la situación descrita en el enunciado de la restricción será aplicable al proyecto en cuestión. Esta tabla permite al usuario establecer las restricciones de las que tiene conocimiento y obtener una primera recomendación de técnicas teniendo en cuenta que las restricciones marcadas con *no sé* podrán aparecer o no durante su desarrollo. La tabla se encuentra en la Figura F.3 del Anexo F.

Se llegó a la conclusión de que la mejor opción para completar esta tabla era definir un valor general de idoneidad de cada técnica, al no saberse si la restricción estará presente o no en el proyecto, de modo que la recomendación se base en el ratio general de éxito de la técnica. Para obtener el valor general de recomendación se agrupó las técnicas en tres clases, cada una con un valor de recomendación, evitando dar valoraciones extremas debido a la incertidumbre. La determinación de las clases se realizó a partir de la suma de sus puntuaciones para *sí* y para *no*, tomándose el valor mínimo y el máximo y dividiendo entre el número de clases a formar. La hoja de Excel empleada en este proceso, con las agrupaciones de las técnicas, se encuentra en el Anexo G de este documento.

### 3.2.5 Algoritmo empleado

El algoritmo empleado para el cálculo de recomendación consiste principalmente en la iteración por cada una de las técnicas y por las tablas creadas anteriormente, que se encontrarán en la base de datos de la herramienta.

La **entrada** del algoritmo será la cadena de restricciones definida por el usuario mediante el cuestionario de la herramienta, codificada con 1 (*sí*), 0 (*no*) ó 2 (*no sé*). Se comprobará para cada restricción el valor de la entrada en esa posición y en función de ello tomará el valor de recomendación de la tabla correspondiente, como se explica más adelante.

Durante el proceso, se calculará con un acumulador la suma de valores en función de las restricciones y se penalizará en caso de encontrar un 1. En caso de encontrar un 0, la técnica tendrá automáticamente un porcentaje de recomendación igual a 0%, ya que esto indica que no es posible aplicarla si se da la restricción. Una vez se tengan estos valores, se multiplicarán por el coeficiente correspondiente de la fase del proyecto, obtenido de la tabla representada en la Figura F.1 del Anexo F. Esta decisión se basa en la ISO/TR 16982, que atribuye especial importancia a la fase en que se encuentra el proyecto a la hora de determinar la idoneidad de la técnica. En la Figura 3.2 se muestra la citada iteración de las matrices.

$$acc_i \begin{cases} acc_i + Val_{i,j,k}, & Si\ Val_{i,j,k} \neq 0, 1 \\ 0, & Si\ Val_{i,j,k} = 0 \\ acc_i - 10, & Si\ Val_{i,j,k} = 1 \end{cases}$$

$$\forall i = 1 \dots 43$$

$$\forall j = 1 \dots 17$$

$$ValorRecomendacion_i = acc_i \times Fase_q$$

$$\forall i = 1 \dots 43$$

$$\forall q = 1 \dots 5$$

**Figura 3.2 – Obtención de los valores de recomendación**



Los valores de  $i$ ,  $j$  y  $q$  representan cada una de las 43 técnicas a evaluar, cada una de las 17 restricciones para las que se calculará el valor de recomendación, y cada una de las 5 fases del ciclo de vida respectivamente. Por su parte  $k$  indica la tabla de la base de datos de donde se tomará la información del valor de  $Val_{i,j,k}$ , y variará dependiendo de la entrada del usuario para cada una de las restricciones (según el usuario respondiera **sí**, **no**, o **no sé**).

Tras este proceso se obtendría un array con el listado de valores producto de efectuar la fórmula descrita para cada una de las técnicas dada la entrada del usuario. Este array se ordenará de menor a mayor valor de recomendación.

$$RecomendacionesOrdenadas_i = Sort(ValorRecomendacion_i)$$

$$\forall i = 1 \dots 43$$

Estos valores son ponderados y se calcula así el porcentaje de recomendación de cada una de las técnicas. Como en el caso de que los usuarios no estén disponibles (correspondiente a  $i=5$  en la cadena de entrada) los porcentajes finales según la ponderación normal (basada en dividir por el máximo valor obtenible) resultaban demasiado bajos, en este caso se emplea un valor de ponderación menor. El cálculo se muestra en la Figura 3.3.

Si  $Entrada_5 = 0$ , entonces  $PonderaValor=400$

Si  $Entrada_5 = 1$ , entonces  $PonderaValor=425$

$$ListaRecomendaciones = \frac{(RecomendacionesOrdenadas_i \times 100)}{PonderaValor}$$

$$\forall i = 1 \dots 43$$

**Figura 3.3 - Obtención de porcentajes**

La agrupación de las técnicas en *recomendados*, *neutros*, y *no recomendados*, se realiza por medio de terciles (percentil 33,3%, 66,6% y 100%). De esta manera, la recomendación se hace de forma relativa al resto de métodos y el usuario puede conocer cuáles son los más apropiados dadas las características del proyecto, y cuales son menos recomendables o directamente no aplicables. Igualmente, por medio del uso de terciles garantizamos que en general se realicen grupos con un número similar de métodos (excepto en casos especialmente restrictivos en los que muchas de las técnicas no sean aplicables).

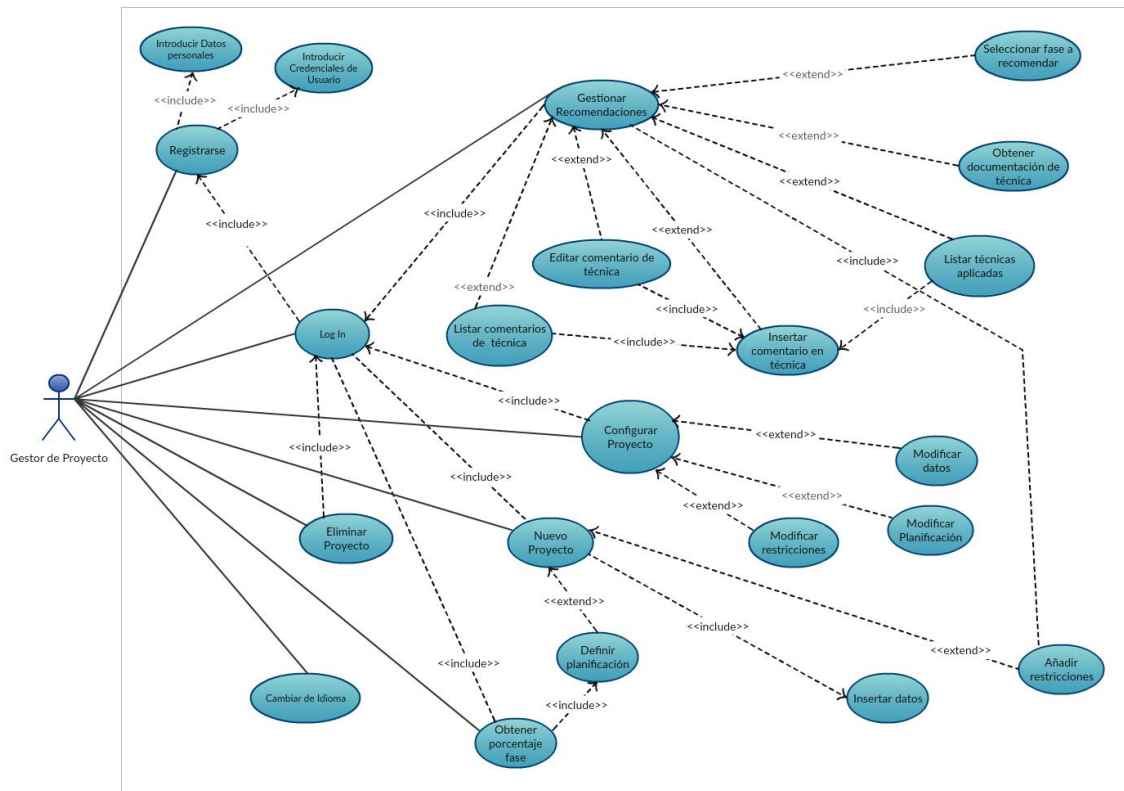
Aplicando este algoritmo y poniendo en práctica el proceso descrito en esta sección, seremos capaces de corroborar la hipótesis **H1** y obtener recomendaciones de técnicas en función de la entrada del usuario, incluso cuando exista un cierto grado de incertidumbre.

### 3.3 Análisis

En este apartado describiremos el proceso de análisis aplicado a la herramienta, previo a proceder a su diseño e implementación. En primer lugar se incluirá el diagrama de casos de uso de la herramienta y se describirán detalladamente los tres más representativos. A continuación se expondrá el diagrama entidad/relación de la base de datos a crear. Finalmente se elicitaremos los requisitos funcionales y no funcionales del sistema en base a las funcionalidades y características descritas en el apartado 3

#### 3.3.1 Diagrama de casos de uso

A continuación se muestra el diagrama de casos de uso de la herramienta (Figura 3.4). Para poder realizar cualquier tipo de acción será necesario entrar en el sistema mediante la pantalla de Log In. En caso de no existir el usuario, deberá registrarse en la pantalla correspondiente.



**Figura 3.4 - Diagrama de Casos de Uso**

### 3.3.2 Casos de uso extendidos

A continuación se describen tres casos de uso de relevancia de la herramienta, especificándose los pasos a seguir para su desarrollo y los posibles caminos alternativos o de excepción que pueden tomar.

#### 3.3.2.1 Caso de Uso: Creación de nuevo proyecto

<b>Creación de nuevo proyecto</b>		
<b>Requisitos asociados</b>	RF02	
<b>Descripción</b>	El usuario creará un nuevo proyecto, asignándole información básica y estableciendo una planificación de fases.	
<b>Actor</b>	Gestor de Proyecto	
<b>Precondición</b>	El usuario se ha registrado en el sistema y ha accedido al mismo.	
<b>Postcondición</b>	Se ha creado y configurado un nuevo proyecto, que aparece en la lista de proyectos del usuario.	
<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El usuario accede a su listado de proyectos.
	2	El usuario pulsa en el botón de Nuevo Proyecto.
	3	Se introduce un nombre, un identificador, y una descripción para el proyecto a crear.
	4	En el apartado de Planificación, el usuario pulsa en el nombre de la fase que desee planificar
	5	El usuario selecciona el campo de texto de Fecha de Inicio y elige la fecha deseada en el calendario que aparece.
	6	El usuario selecciona el campo de texto de Fecha de Finalización y elige la fecha deseada en el calendario que aparece.

	7	Se repiten los pasos 4,5 y 6 para cada una de las fases a planificar.
	8	El usuario pulsa el botón de Guardar y volver al listado.
<b>Caminos Alternativos</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	8.a	El usuario pulsa el botón de Modificar Restricciones para proceder a incluir las restricciones del proyecto.
	8.b	El usuario pulsa el botón de Cancelar. Se cancela la operación y se regresa al listado de proyectos.
<b>Caminos de Excepción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	8.excep	El identificador de proyecto ya está en uso. Se notifica al usuario de que debe usar otro.

### 3.3.2.2 Caso de Uso: Modificación de las restricciones de un proyecto

<i>Modificación de restricciones de un proyecto</i>		
<b>Requisitos asociados</b>	RF06	
<b>Descripción</b>	El usuario introduce los nuevos valores de las restricciones de un proyecto que ha creado anteriormente.	
<b>Actor</b>	Gestor de Proyecto	
<b>Precondición</b>	El usuario se ha registrado en el sistema y ha accedido a él. Además, ha creado un proyecto y le ha asignado unas restricciones.	
<b>Postcondición</b>	Los valores de las restricciones del proyecto han sido actualizados.	
<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El usuario accede a su listado de proyectos.
	2	El usuario pulsa el botón de Configurar del proyecto a modificar.
	3	El usuario pulsa el botón de Modificar Restricciones.
	4	El usuario contesta a las preguntas del cuestionario de restricciones de acuerdo con las nuevas circunstancias del proyecto.
	5	El usuario pulsa el botón de Confirmar y regresa a la pantalla de listado de proyectos, ahora con las restricciones actualizadas.
<b>Caminos Alternativos</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	5.a	El usuario pulsa el botón de Cancelar. Se cancela la operación y se regresa al listado de proyectos.
<b>Caminos de Excepción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	5.excep	El usuario ha dejado sin responder alguna de las preguntas del cuestionario. Se informa en el listado de proyectos de que las restricciones no han podido ser añadidas.

### 3.3.2.3 Caso de Uso: Inserción de comentario tras aplicación de técnica

<i>Inserción de comentario tras aplicación de técnica</i>		
<b>Requisitos asociados</b>	RF12	
<b>Descripción</b>	El usuario introduce un comentario en una de las técnicas recomendadas para una fase concreta de un proyecto.	
<b>Actor</b>	Gestor de Proyecto	
<b>Precondición</b>	El usuario se ha registrado en el sistema y ha accedido a él. Además, ha creado un proyecto y le ha asignado unas restricciones.	
<b>Postcondición</b>	Los valores de las restricciones del proyecto han sido actualizados.	

<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El usuario accede al listado de proyectos
	2	El usuario pulsa el botón de Seguimiento del proyecto del que desee obtener recomendaciones.
	3	En la pantalla de Seguimiento, el usuario selecciona la fase deseada en el campo de Selección de Fase.
	4	El usuario pulsa en la técnica en la que desee insertar un comentario.
	5	El usuario introduce el comentario deseado en el campo de Introducción de comentario de la ventana emergente.
<b>Caminos Alternativos</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	6.a	El usuario pulsa el botón de Cancelar. Se cancela la operación y se cierra la ventana emergente. La técnica no aparece marcada ni se incluye en ningún listado.

### 3.3.3 Análisis de datos

En la Figura H.1 del Anexo H, se puede observar el diagrama entidad/relación de la base de datos de la herramienta. De acuerdo a la técnica que se va a emplear para efectuar las recomendaciones, las técnicas, aplicadas en fases concretas del ciclo de vida, tendrán asignados unos valores de recomendación almacenados en las tablas *sí*, *no*, y *no sé*. Por su parte los usuarios crearán y gestionarán proyectos, añadiendo resultados y comentarios tras la aplicación de técnicas.

### 3.3.4 Educción de requisitos

A continuación se describirá el catálogo de requisitos funcionales y no funcionales de la herramienta.

#### 3.3.4.1 Requisitos Funcionales

- **RF01.** Existirá un sistema de gestión y control de usuarios en la herramienta para mostrar una información más personalizada. Para ello, el usuario podrá acceder a las funcionalidades mediante una pantalla de login o registrarse en la base de datos creando un nuevo usuario.
- **RF02.** Se podrá crear nuevos proyectos y asignarles un identificador único, un nombre y una descripción.
- **RF03.** Se podrá acceder a una vista general de la lista de proyectos creados por un usuario con su información y la fase actual en que se encuentran.
- **RF04.** Podrán eliminarse aquellos proyectos que no se quiera mantener en la base de datos de la herramienta pulsando el botón de Eliminar desde el Listado de Proyectos.
- **RF05.** Existirá la posibilidad de planificar las fases y establecer hitos pudiendo actualizarlos en cualquier momento y ofrecer así recomendaciones automatizadas.
- **RF06.** La herramienta permitirá realizar modificaciones en todo momento de los datos del proyecto, la planificación, y las restricciones introducidas accediendo a la pantalla de Configuración de proyecto.

- **RF07.** La herramienta recomendará los métodos más apropiados para una fase concreta a partir de unas restricciones del proyecto que el usuario añadirá mediante un cuestionario.

- **RF08.** La herramienta mostrará automáticamente las técnicas recomendadas para la fase en que se encuentre en ese momento el proyecto según de definió en su configuración.

- **RF09.** Existirá la posibilidad de cambiar de fase de recomendación en cualquier momento desde la pantalla de seguimiento de proyecto, seleccionando la deseada en un desplegable. Las recomendaciones se actualizarán al momento cargándose además los comentarios añadidos durante la fase seleccionada.

- **RF10.** Tanto en la pantalla de listado de proyectos como en la de recomendación de técnicas para una fase en concreto, se mostrará una barra de porcentaje indicando el grado de avance en el tiempo de la fase o fases actuales.

- **RF11.** Acceso a la descripción de una técnica y a su modo de aplicación por medio de una ventana emergente que se activará al seleccionar una técnica del listado de recomendaciones.

- **RF12.** Posibilidad de insertar y consultar comentarios sobre una técnica o la aplicación de la misma en una fase concreta, incluyéndolos en el panel de información de técnica y pulsando el botón de guardado.

- **RF13.** Se podrán actualizar los comentarios reescribiéndolos en el panel de información de la técnica correspondiente y aceptando los cambios pulsando el botón de guardado.

- **RF14.** Se marcarán las técnicas que han sido aplicadas en una fase para facilitar el uso de la herramienta al usuario. Igualmente se recogerán en un listado para un acceso más rápido de la información introducida.

- **RF15.** Se tendrá acceso al conjunto de comentarios insertados para una técnica durante todas las fases del proyecto a modo de resumen. Estos serán accesibles desde el listado de técnicas aplicadas.

### **3.3.4.2 Requisitos No Funcionales**

- **RNF01.** La herramienta permitirá su utilización en dos idiomas: castellano e inglés. Se podrá modificar el idioma en cualquier momento pulsando un botón.

- **RNF02.** Se tratará de una herramienta con un alto nivel de usabilidad, siendo el tiempo de aprendizaje menor de 1 hora.

- **RNF03.** El flujo de trabajo con la herramienta será rápido e intuitivo, gracias a mecanismos de navegación con menús claros que informarán de la ruta seguida, existiendo accesos directos en el menú superior para desplazarse por las pantallas principales o salir del sistema, e inferior para avanzar o retroceder en las acciones. Además se ofrecerá ayuda en todo momento y el usuario tendrá pleno control de la herramienta, siendo informado de forma clara de los errores o avisos que puedan darse.

- **RNF04.** Tendrá una interfaz atractiva y con una cuidada estética. Se emplearán colores comunes en campañas de marketing o señales de tráfico que resulten reconocibles y representativos para los usuarios.

- **RNF05.** Se considerarán aspectos de accesibilidad al emplear una paleta de colores apta para personas con daltonismo, manteniendo el contraste y la definición de las formas.

- **RNF06.** Garantizará la eficiencia y la eficacia. Las acciones se podrán completar con unos pocos *clicks*, situados estratégicamente para que guíen al usuario.

- **RNF07.** Tendrá un rendimiento alto. Las consultas a la base de datos e interacción con el servidor no serán costosas y el tiempo de espera para la obtención de recomendaciones o acceso a información será menor a 2 segundos.

- **RNF08.** Contará con un diseño *responsive* que garantizará que la herramienta sea utilizable en distintos dispositivos sin que la interfaz se vea comprometida, amoldándose a las características concretas de cada uno.

- **RNF09.** La herramienta será fácilmente escalable. Para incluir nuevas técnicas o modificar información sólo habrá que realizar las *queries* pertinentes o emplear un gestor de bases de datos.

### 3.4 Diseño de la herramienta

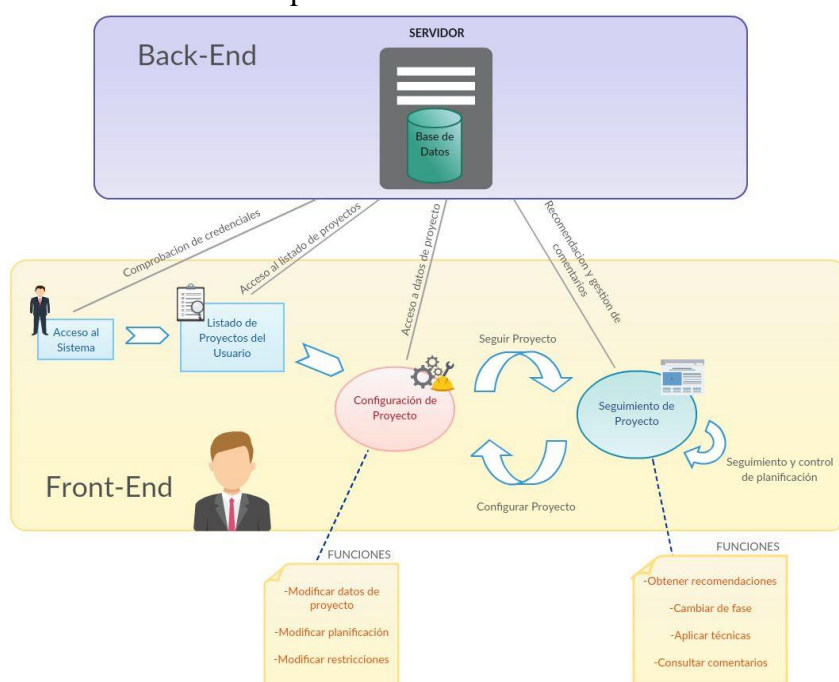
En esta sección se explicarán aspectos de diseño herramienta. Se comenzará describiendo el diseño arquitectónico propuesto. A continuación, en el diseño de datos se mostrará el esquema relacional de la base de datos diseñada. Finalmente, en la sección de diseño detallado se describirán los módulos de la herramienta, que agrupan las funcionalidades de esta, y se incluirán los tres diagramas de secuencia correspondientes a los casos de uso descritos en el apartado anterior, de acuerdo con el diseño explicado.

#### 3.4.1 Diseño Arquitectónico

La herramienta presenta una estructura cliente servidor. Este último cuenta con una base de datos en la que se recoge los datos de los usuarios y sus proyectos asociados, la información de las técnicas propuestas y los comentarios introducidos por los usuarios, así como las tablas del motor de recomendación mencionadas anteriormente.

El cliente, controlado por el usuario y por medio de sus acciones, realizará consultas de tipo SQL en la base de datos del servidor para así obtener información y poder desempeñar todas sus funcionalidades.

La página web consta de diversos archivos PHP, explicados más adelante, que se ejecutan en el servidor realizando estas consultas y creando de forma dinámica código que se mostrará en el cliente. El flujo general de utilización de la herramienta se muestra en la Figura 3.5. No se incluye diagrama de clases ya que la tecnología utilizada para el desarrollo de la herramienta no emplea clases.



**Figura 3.5 – Esquema general de la arquitectura de la herramienta**

Observamos que existen dos estados principales: *Configuración de Proyecto* y *Seguimiento de Proyecto*. El primero incluye las funcionalidades de gestión de proyectos y modificación de los mismos, mientras que el segundo incluye la obtención de recomendaciones y gestión de las técnicas aplicadas. El usuario podrá desplazarse de un estado a otro en todo momento. Si este se mantiene en el estado de Seguimiento, las recomendaciones mostradas variarán de forma automática en función de los hitos que el usuario haya introducido por medio de una de las funcionalidades del estado de Configuración.

#### **3.4.1.1 Módulos de la herramienta**

Las funcionalidades de la herramienta vienen dadas por una serie de ficheros PHP ejecutados en el servidor y que hacen uso de la información almacenada en él para mostrar al usuario los resultados. Podemos agrupar estos ficheros en módulos, en función de las funcionalidades que aportan. Estos módulos son:

**Idiomas:** ficheros que recogen las constantes empleadas para la funcionalidad bilingüe de la herramienta.

**Conexión:** ficheros encargados del acceso a la base de datos tanto para su conexión como su desconexión y gestión de sesiones.

**Gestión de datos de proyectos:** ficheros que trabajan con los datos de los proyectos, los guardan y los actualizan en caso de ser modificados.

**Gestión de Fases:** ficheros que realizan comprobaciones de fechas para establecer qué fases se encuentran en curso y calcular los porcentajes de avance en el tiempo de las mismas.

**Gestión de técnicas y comentarios:** ficheros que acceden a la información de las técnicas para mostrarla de forma adecuada al usuario, así como recogen y actualizan los comentarios insertados por los usuarios.

**Gestión de Recomendaciones:** ficheros que acceden a las tablas del servidor con la evaluación de las técnicas para establecer los porcentajes de recomendación en función de la fase seleccionada.

**Gestión de Usuarios:** ficheros que gestionan la creación de nuevos usuarios y el acceso de los mismos al sistema.

#### **3.4.2 Diseño de Datos**

La base de datos recoge toda la información requerida para llevar a cabo las funcionalidades de la herramienta. En la Figura I.1 del Anexo I, se muestra el esquema relacional apreciándose los nombres de las tablas que componen la base de datos, y las interrelaciones entre ambas y los atributos que poseerán.

Las diferentes tablas se relacionan mediante claves primarias consistentes en identificadores únicos de Proyecto, de Usuario y de Técnicas. Además se definen restricciones mediante claves foráneas que garanticen la integridad de la información.

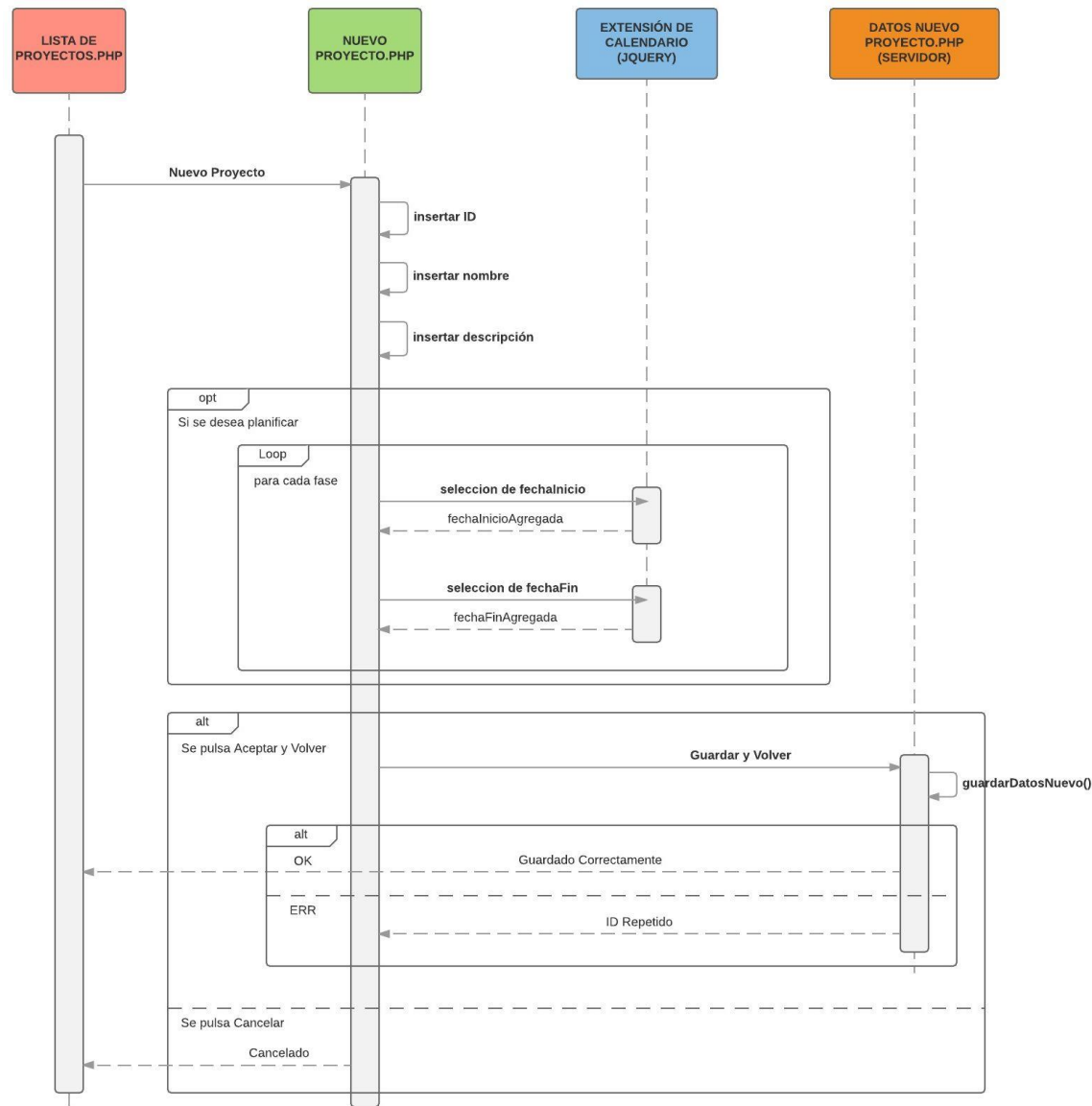
#### **3.4.3 Diseño Detallado**

##### **3.4.3.1 Diagramas de Secuencia**

A continuación se incluyen los diagramas de secuencia para los casos de uso descritos anteriormente. Los elementos que aparecen en los dos primeros diagramas pertenecen al módulo de **Gestión de datos de proyectos**, representando aquellos ficheros que muestran información sobre los proyectos existentes, gestionan la inserción o modificación de datos de un proyecto, y funcionalidades de inserción de fecha o conexión con el servidor. En el tercer diagrama, aparecen también elementos de los módulos de **Gestión de Técnicas y**

**Comentarios y de Gestión de Recomendaciones**, representando los ficheros que calculan los porcentajes, muestran y permiten la modificación de la información de las técnicas, y guardan los datos en el servidor.

**3.4.3.1.1 Creación de nuevo Proyecto**



**Figura 3.6 – Diagrama de secuencia para el Caso de Uso 1**



### 3.4.3.1.2 Modificación de restricciones de un proyecto

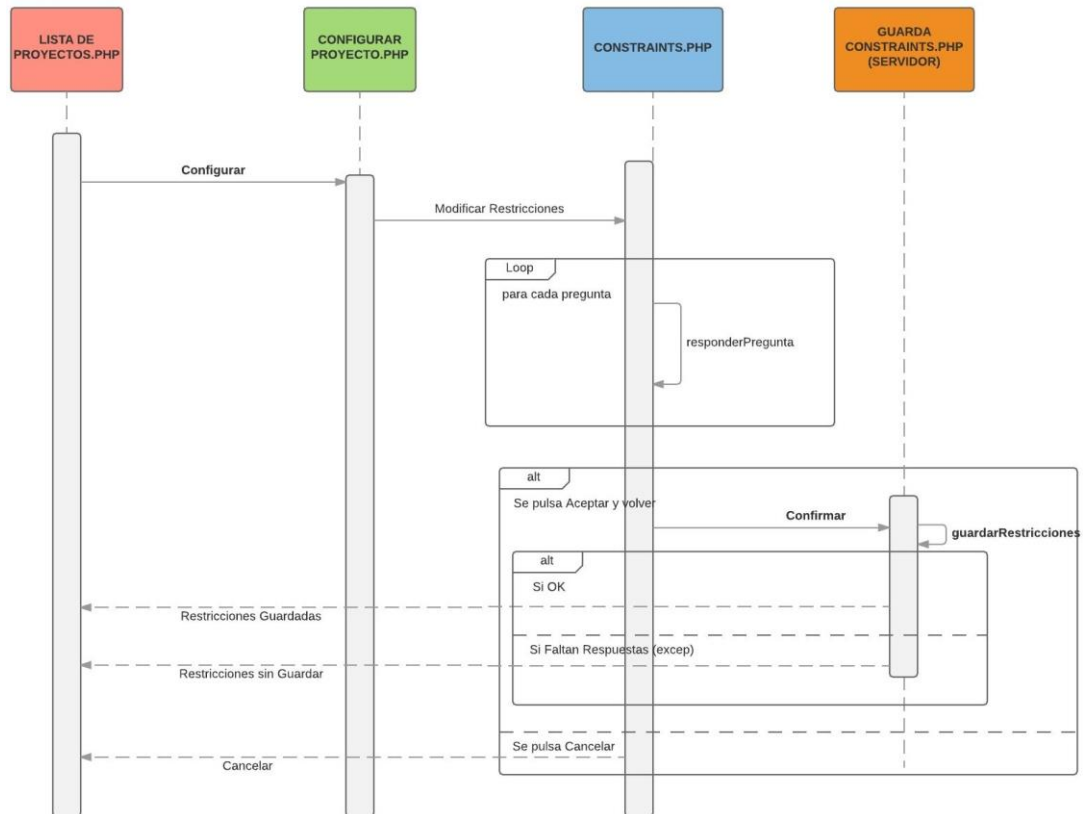


Figura 3.7 – Diagrama de Secuencia para el Caso de Uso 2

### 3.4.3.1.3 Inserción de comentario tras aplicación de técnica

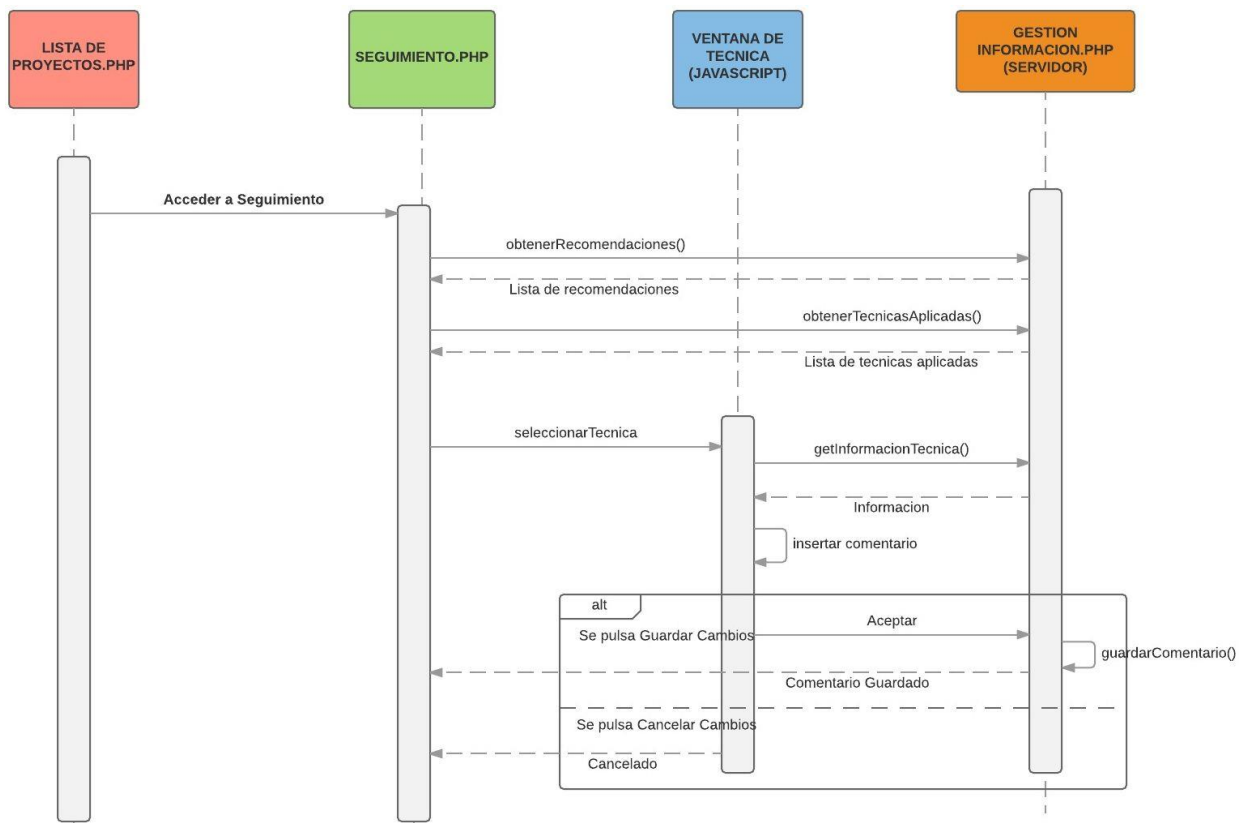


Figura 3.8 – Diagrama de Secuencia para el Caso de Uso 3

## 4 Desarrollo e implementación

---

En este apartado se describirá el proceso de creación de prototipos iniciales de la herramienta, el análisis y proceso de selección de las tecnologías más apropiadas para llevarla a cabo y el proceso de desarrollo de la misma.

### 4.1 Creación de prototipos

Previamente a la implementación de la herramienta final, se crearon dos prototipos básicos en lenguaje Java para tener una primera visión del algoritmo a implementar y el tipo de resultados que sería posible obtener. Imágenes de las salidas de estos prototipos se incluyen en el Anexo J.

El primer prototipo se creó como proyecto de Eclipse y contaba con un primer algoritmo de recomendación, haciendo uso de una versión reducida de la tabla creada. Se incluyeron datos de varios métodos y se realizaron pruebas con varias combinaciones de entradas posibles. La suma de los valores de cada restricción se multiplicaba por el valor de recomendación general dado en función de la etapa del proyecto.

Si bien los resultados no eran incorrectos, es cierto que al tratar la incertidumbre como un valor fijo siempre, y con una sola tabla *sí*, se estaba tratando el **no** igual que el **no sé**, lo cual ya se decidió que no era una buena idea. Además se perdía la posibilidad de que al variar la opción de una restricción, un método pasara a ser mejor o peor que otro. Es decir, tener en cuenta más variables aparte del mero hecho de que se dé, cuidando también qué pasa cuando no se da o no se está seguro de que vaya a darse. Esto nos llevó a plantear la decisión de crear una tabla como la ya creada para el **no** y para el **no sé**, como se explicó en apartados anteriores.

Este prototipo no contaba con interfaz gráfica y su salida, representada en la Figura J.1 del Anexo J, venía dada por consola de comandos.

El segundo prototipo contó con una interfaz gráfica sencilla, que supuso un primer acercamiento a la interfaz final de usuario. Además, el algoritmo que empleaba hacía uso de las tres tablas creadas y tenía una mayor complejidad al tener en cuenta casos especiales como la imposibilidad de aplicar técnicas o la penalización del valor de recomendación para casos concretos. Además se podía seleccionar la fase del ciclo para la que obtener las recomendaciones por medio de un *combobox*.

Los resultados en este caso eran mostrados en la sección correspondiente de la herramienta. Al igual que en el producto final, era posible desplazarse de la sección de Configuración a la de Recomendación en todo momento para observar los cambios que las restricciones implicaban en las recomendaciones.

En la Figura J.2 del Anexo J se muestra la interfaz del cuestionario de este prototipo. El conjunto de recomendaciones se obtendría al hacer click en el botón de *Recommend*. En la Figura J.3 del Anexo J muestra la salida del programa con los porcentajes de recomendación de las distintas técnicas.

### 4.2 Estudio de tecnologías disponibles para la herramienta final

A la hora de decidir las tecnologías a emplear para el desarrollo de la herramienta, se han tenido en cuenta aspectos como la versatilidad de los lenguajes utilizados, el grado de documentación disponible, y la eficiencia de los mismos. Igualmente se estudiaron las implicaciones que tendrían a la hora de realizar modificaciones en la herramienta o hacer importaciones o exportaciones de información.

A la hora de decidir el entorno de programación a utilizar se buscó una herramienta que no fuera demasiado compleja, garantizando así el control total de la misma en todo momento, pero que al mismo tiempo aportara todas las funcionalidades necesarias para agilizar el desarrollo web y sus pruebas.

Tras estudiar varias opciones disponibles, se optó por el IDE **Brackets** [14], un editor open source enfocado al desarrollo web para programados de Front-end, cuyo soporte es ofrecido por *Adobe*. Una de las características más llamativas es la posibilidad de visualizar en tiempo real la página web conforme se está diseñando. Esto permitió realizar pruebas de diseño y funcionalidad de forma rápida y ágil. Además, Brackets cuenta con numerosos plugins disponibles como Emmet [15], toolkit que aporta funcionalidades de mejora del flujo de trabajo con HTML y CSS.

Se decidió realizar la aplicación web empleando **HTML5** y **CSS**, al contar con un gran soporte y ser las tecnologías universales a la hora de desarrollar plataformas web. Mediante páginas web como W3Schools [16] y StackOverflow [17], fue posible tener acceso a conocimientos de toda la comunidad, así como tutoriales que facilitaron el desarrollo de la herramienta. Además se hizo uso de la librería **W3.CSS** de W3Schools para diseño *responsive*. Para la ejecución de código en el lado del cliente se ha hecho uso del lenguaje **JavaScript**, ampliamente utilizado en el desarrollo web. Para ciertas funcionalidades como la de inserción de fechas mediante calendario o la aparición de pop-ups informativos, se ha empleado la librería **jQuery**.

Respecto al código a ejecutar en el servidor, se realizó un estudio comparativo entre la tecnología JSP y PHP [18]. El primero es un lenguaje simple de utilizar teniendo conocimientos de Java. Además es *open-source*. El segundo es uno de los lenguajes más potentes y utilizados en el desarrollo web. Su sintaxis es semejante a la de C, de modo que poseer conocimientos previos de este lenguaje hace más sencilla su utilización.

Finalmente, se optó por emplear tecnología **PHP**, al ser más flexible, altamente eficiente para la conexión con bases de datos, y contar con un soporte extenso y de calidad. Por medio de las **sesiones** de PHP, fue posible mantener la información del usuario a lo largo de todo el flujo de interacción. Para la interacción del código PHP con JavaScript se hizo uso de tecnología **AJAX** (**A**synchronous **J**avaScript **A**nd **X**ML). Esto permitió la ejecución de código en el servidor al ocurrir eventos en el lado del cliente como la selección de un campo o la inserción de algún dato por parte del usuario.

Respecto a la gestión de datos, para la creación de las tablas **sí**, **no** y **no sé**, se creó una hoja de Excel en la que se estructuró la información y se completó a medida que se investigaba sobre cada una de las técnicas. El siguiente paso fue determinar cómo hacer uso de esta información desde la herramienta a desarrollar.

Tomando como referencia las investigaciones de [12], se llegó a la conclusión de que la mejor opción para recoger los datos de la herramienta era contar con una base de datos gestionada por medio de lenguaje PHP. Esta decisión se debe a la facilidad de realizar cambios en la información así contenida y al rápido acceso de la misma. Para el acceso a la base de datos desde los ficheros PHP se comparó entre las dos APIS principales de gestión de bases de datos disponibles: Mysql y PDO [19]. Debido a que **PDO** ofrece una interfaz ligera y gracias a sus características puede hacer el proyecto más escalable hacia otras bases de datos superiores o distintas, se optó por esta opción.

Mediante el gestor **MyPHPAdmin** fue posible estructurar la base de datos de forma sencilla y aplicar los cambios necesarios sin suponer esto altas inversiones de tiempo. Además, esta herramienta permite la importación y exportación de la información de las bases de datos de forma rápida y versátil.

En cuanto a la forma de trabajar con el servidor, se hizo uso del software **XAMPP** [20]. Se trata de un servidor *open-source* e independiente de la plataforma que incluye el servidor web **Apache**. Además se trata del entorno de programación más popular de PHP, y aporta el sistema de gestión de bases de datos MySQL por medio de MyPHPAdmin, mencionado anteriormente. Por medio de este servidor Apache, es posible contar con un servicio de hosting de forma gratuita y permanente sin depender de otros servicios ajenos, situando los ficheros en la ruta correspondiente.

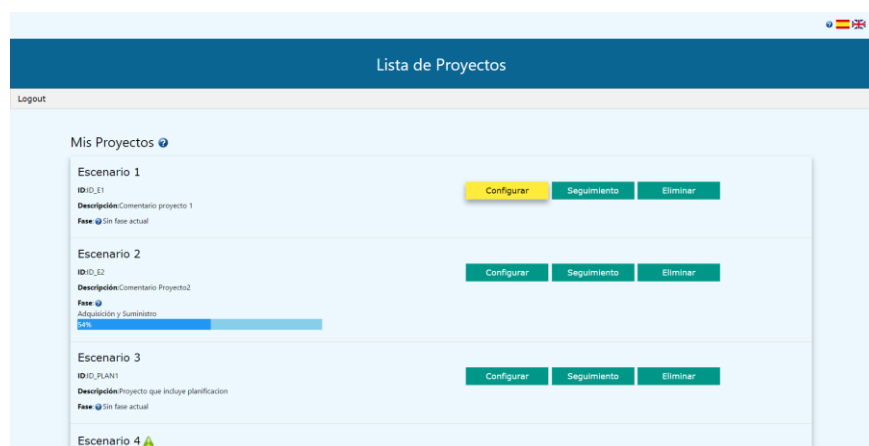
### 4.3 Interfaz de Usuario

De acuerdo a nuestro catálogo de requisitos, se ha tratado de crear una herramienta fácil de usar, que resulte intuitiva y atractiva para los usuarios. Por ello se ha puesto especial atención en asegurar que la interfaz de usuario contara con una cuidada estética que guiara al usuario en sus tareas y garantizara una interacción fluida y eficiente.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, se ha empleado la librería **W3.CSS** para la aplicación de estilo. Esto ha permitido dotar a la herramienta de una interfaz homogénea, haciendo uso de márgenes, fuentes y tamaños estandarizados y contando con plantillas de colores empleados en campañas de marketing cuya eficacia y usabilidad están comprobadas. Al mismo tiempo se ha tratado de conjugar el uso de una gama variada de colores para destacar las distintas secciones y los aspectos importantes, con la necesidad de no incluir demasiadas variaciones, ya que esto puede confundir al usuario y resultar perjudicial para la usabilidad de la herramienta.

La situación de los menús y botones también se cuidó, siendo necesario investigar sobre experimentos de usabilidad realizados por expertos. Según un estudio basado en la técnica de *EyeTracking* [21], los usuarios que quieren modificar el idioma de una página buscan en primer lugar en la esquina superior derecha. Por esto, se decidió situar el correspondiente botón en este lugar. Por su parte, se incluyó un menú de navegación en la parte superior de las pantallas y uno inferior para el avance o cancelación del flujo de tareas.

Una vez el usuario acceda al sistema, se cargará su Lista de Proyectos (Figura 4.1). Desde esta pantalla, además de consultar la información de los proyectos, se puede crear nuevos proyectos, configurarlos, eliminarlos, o solicitar recomendaciones. Al pulsar un botón o pasar el ratón por encima, este informará al usuario cambiando de color.



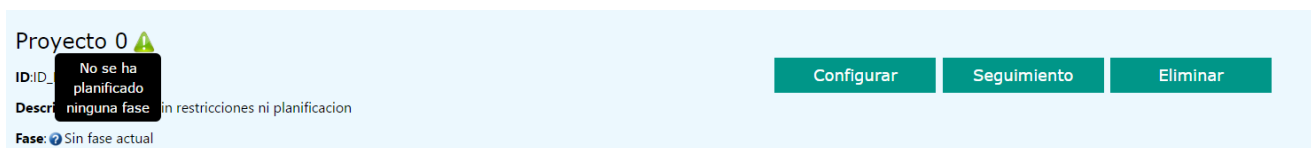
**Figura 4.1 – Pantalla de Lista de Proyectos**

Igualmente, a lo largo de toda la interfaz el usuario tiene acceso a *tips* con mensajes explicativos o de ayuda. Por ejemplo, la Figura 4.2 muestra el caso en que no se han determinado las restricciones del proyecto. Si esto ocurre, no se podrán realizar recomendaciones y el botón de seguimiento se desactivará.



**Figura 4.2 – Notificación de ausencia de restricciones**

En la Figura 4.3 se muestra el caso en que no se ha planificado el proyecto y en consecuencia no se pueden ofrecer automatismos en la presentación de recomendaciones.



**Figura 4.3 – Notificación de ausencia de planificación**

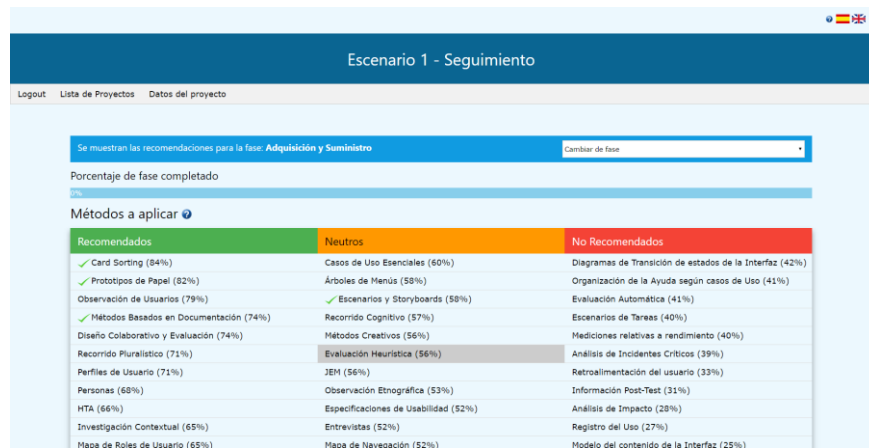
Si se pulsa el botón de Nuevo Proyecto, se accederá a la pantalla de creación de proyecto (Figura 4.4), que incluye los campos de texto para inserción de datos básicos y los de selección de fecha para establecimiento de hitos.

**Figura 4.4 – Pantalla de Nuevo Proyecto**

Cuando el usuario seleccione la fase que desea planificar, aparecerán los campos de inserción de fechas. El usuario podrá hacer uso de un calendario para seleccionar la fecha con facilidad, como se muestra en la Figura 4.5.

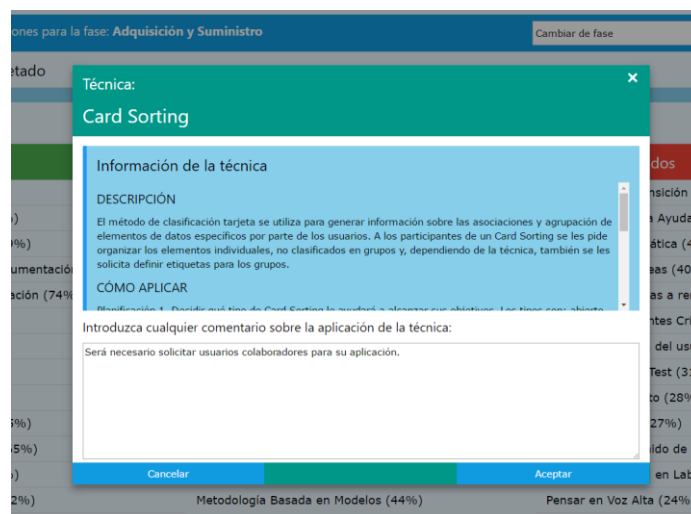
**Figura 4.5 – Detalle de calendario para selección de fechas**

Si se selecciona el botón de Seguimiento en la Lista de Proyectos, se accederá a la ventana de seguimiento (Figura 4.6), en la cual se especifica la fase para la que se aplican las recomendaciones, el porcentaje de avance en el tiempo de la misma, y las recomendaciones de métodos. Las técnicas que tengan un comentario añadido aparecerán marcadas.



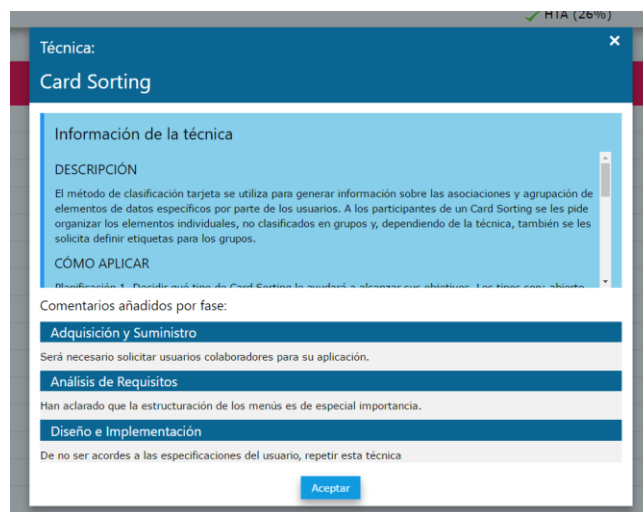
**Figura 4.6 – Pantalla de Seguimiento**

En la Figura 4.7 se muestra en panel de información de técnica que se abre al hacer *click* sobre ella en el listado. Esta incluye información de descripción de la técnica, el modo de aplicación, y el panel de inserción de comentarios por parte del usuario.



**Figura 4.7 – Panel de Información de Técnica**

Pulsando en la técnica desde el listado de Técnicas Aplicadas de la parte inferior, el usuario podrá acceder al conjunto de comentarios aplicados para la técnica para todas las fases, como se muestra en la Figura 4.8.



**Figura 4.8 – Panel de Técnica Aplicada**

Para el diseño de la interfaz de la herramienta se crearon en primer lugar unas maquetas que fueron utilizadas como guía durante la etapa de desarrollo. Estas maquetas se incluyen

en el Anexo K de este documento. En el Anexo L se incluye el resto de capturas de las diferentes pantallas de la herramienta.

Tras la implementación de toda la lógica descrita y el empleo de herramientas y técnicas para la elaboración de una herramienta usable, podemos corroborar parcialmente la hipótesis **H2**, que busca la obtención de un producto que permita la gestión de proyectos y aplicación de técnicas de forma intuitiva, sintetizando el proceso descrito en el apartado de Diseño, y que habrá que testear en la evaluación de usabilidad para corroborar definitivamente.

## 5 Integración, pruebas y resultados

---

A lo largo del desarrollo de la herramienta se realizaron pruebas para asegurar el correcto funcionamiento de la misma. En esta sección se describe el proceso seguido, empezando por las pruebas de desarrollo y continuando con las pruebas de usabilidad y diseño *responsive* de la herramienta. Además, por medio de una Prueba de Concepto se observa el modo de uso de la misma y se obtienen unas recomendaciones de técnicas basadas en las características concretas de varios escenarios posibles. Finalmente se explica el proceso de evaluación con usuarios.

### 5.1 Pruebas de desarrollo

Durante el proceso de codificación de la página web fue necesario hacer pruebas unitarias de las distintas funcionalidades. Así, se crearon ficheros PHP específicos que ejecutarán las acciones básicas de las siguientes funcionalidades:

- Comprobaciones de obtención de fecha y cálculo de porcentaje.
- Registro en sistema y comprobación de identificadores válidos.
- Modificación de idioma de la página en tiempo real.
- Acceso a documentación de la técnica en función del idioma e información disponible.
- Gestión de planificación y fechas en la base de datos.
- Algoritmo de recomendación y representación del *array* de porcentajes obtenido.
- Selección y modificación del valor de los botones del cuestionario de restricciones.
- Interacción de código ejecutado en cliente (JavaScript) con código ejecutado en el servidor (PHP) por medio de tecnología AJAX.

Una vez se confirmó su correcto funcionamiento, se procedió a incluir el código probado en los ficheros de la herramienta final.

Además, una vez creada la herramienta, se navegó por sus distintas secciones siguiendo un orden diferente en cada ocasión para garantizar la integridad de la información y el correcto paso de argumentos.

Dado que para la realización de los escenarios de la Prueba de Concepto se hizo un uso extenso del motor de recomendación de la herramienta, se trató de refinar los resultados obtenidos modificando los valores de las tablas de la base de datos introducidos en un primer momento en base a la investigación realizada. De esta forma se incrementó la calidad de las recomendaciones y se corrigieron posibles errores.

#### 5.1.1 Comprobaciones de usabilidad para daltónicos

Para garantizar que la herramienta presentada tenga una alta accesibilidad, se realizaron pruebas específicas de paletas de colores de modo que una persona con daltonismo pueda hacer uso de la herramienta sin dificultades o importantes cambios.

En primer lugar se realizó un breve estudio de los tipos de daltonismo que se dan en la sociedad [22, 23, 24]. Estos son:



- **Dicromatismo:** las personas que sufren de este tipo de daltonismo presentan dificultad para establecer la diferencia entre el rojo y el verde o entre el azul y el amarillo, debido a que sólo poseen dos tipos de conos en sus ojos.

- **Tricromatismo anómalo:** tiene efectos similares al dicromatismo, aunque más leves. En este caso el individuo presenta los tres tipos de conos, pero existe alguna eficiencia en los mismos que impide un funcionamiento totalmente normal.

- **Acromatopsia:** este es el caso más grave de daltonismo, provocando que el individuo que la padece aprecie únicamente diferencias en la escala de grises.

A fin de maximizar el rango de personas beneficiadas, nos centramos en que nuestra herramienta tuviera una paleta de colores que las personas que sufrieran protanopia y deuteranopia o sus equivalentes, protanomalia y deuteranomalia, al ser estos los subtipos de daltonismo más comunes.

Por medio de un plugin para el navegador Google Chrome [25] y la aplicación Coblis [26] para simulación de daltonismo, se realizaron diversas pruebas para asegurar que la paleta seleccionada mantenía los niveles de contraste necesarios para su utilización. En el Anexo M se incluyen ejemplos de las simulaciones realizadas.

### 5.1.2 Comprobaciones de desarrollo *responsive*

Para garantizar que la herramienta tuviera un diseño *responsive*, se hizo uso de las clases específicas de la librería W3.CSS para este cometido. Estas cuentan con un sistema de automatización de tamaños de los componentes del layout, redistribuyéndose en caso de no poder ofrecer un tamaño mínimo.

Asimismo, por medio del plugin de Google Chrome *Responsive Web Design Tester* [27], fue posible simular la interfaz de la herramienta en dispositivos de todo tipo de dimensiones.

Se pueden encontrar ejemplos de variaciones de la interfaz según el dispositivo en el Anexo N.

## 5.2 Pruebas de concepto

A continuación se describe el resultado de la prueba de concepto realizada, que nos permite observar el funcionamiento de la herramienta y las recomendaciones que realiza a partir de unas situaciones reales (basadas en los ejemplos de la ISO/TR 16982). Se han analizado los resultados y estudiando su validez y calidad. Durante el proceso se realizaron mejoras en la herramienta a fin de garantizar un buen desempeño para un amplio rango de escenarios.

En el Anexo O se incluyen imágenes de las respuestas que daría el usuario en el formulario de la herramienta de acuerdo con cada escenario. Asimismo, una descripción de las técnicas mencionadas en este apartado está disponible en el Anexo C de este documento.

### 5.2.1 Escenario 1

#### 5.2.1.1 Descripción del escenario

El cliente del proyecto es una empresa de fabricación de coches. El departamento de post-venta aportó un núcleo de software y una librería a una consultoría, solicitando su adaptación a sus necesidades específicas. El propósito de la herramienta final en la empresa es ayudar en las labores técnicas de mantenimiento para el diagnóstico de averías de coches en función de sus características. Tras mostrar la versión beta al grupo de

técnicos de la empresa, esta fue rechazada por todos tras una fase de familiarización. Los usuarios afirmaron que la herramienta era complicada de utilizar debido a una mala elección de nombres y etiquetado. El objetivo de la intervención es corregir la interfaz lo más rápido posible debido a la emergencia de la situación, sin realizar grandes cambios en el modelo de datos del sistema actual. Dado que la intervención se da en etapas finales del proceso, la fase del proyecto tratada es la de *Evaluación y pruebas*. Al estar terminado el software, se espera que las modificaciones realizadas sean las menos posibles. Además, el proceso tiene lugar poco antes de las vacaciones de verano, de modo que debe estar terminado para antes de su comienzo. Como se ha dicho anteriormente, los usuarios de la herramienta son técnicos de la compañía, pertenecientes a una red internacional. Una de las principales tareas de estos usuarios es el mantenimiento de coches, incluyendo la realización de diagnósticos y reparaciones. La herramienta de diagnóstico añadida a la ya existente implicó una modificación en las tareas de los usuarios. Además, un gran número de personas de diversas partes del mundo acceden al sistema con asiduidad. Durante el taller, los técnicos no pudieron hacer uso de documentación en papel, evidenciando la necesidad de garantizar una interacción rápida y eficaz con el software. La empresa tiene acceso a profesionales de la usabilidad, que puede realizar una evaluación experta. Igualmente tiene acceso a los usuarios del software, que son los empleados.

### 5.2.1.2 Resultados

Recomendados	Neutros	No Recomendados
Retroalimentación del usuario (84%)	Árboles de Menús (58%)	Métodos Creativos (42%)
Cuestionarios (78%)	Metodología Basada en Modelos (58%)	Perfiles de Usuario (42%)
Información Post-Test (76%)	Análisis de Impacto (56%)	Personas (41%)
Recorrido Cognitivo (72%)	JEM (56%)	Organización de la Ayuda según casos de Uso (41%)
Recorrido Pluralístico (71%)	Evaluación Automática (55%)	Mapa de Roles de Usuario (39%)
Evaluación Heurística (69%)	Análisis de Incidentes Críticos (52%)	Mapa de Navegación (39%)
Mediciones relativas a rendimiento (67%)	Modelo del contenido de la Interfaz (51%)	Investigación Contextual (32%)
Registro del Uso (67%)	Test de Usabilidad en Laboratorio (51%)	Diagramas de Afinidad (32%)
Entrevistas (65%)	Card Sorting (50%)	Tormenta de Ideas Visual (31%)
Especificaciones de Usabilidad (65%)	Prototipos de Papel (49%)	Escenarios de Tareas (30%)
Observación de Usuarios (63%)	Pensar en Voz Alta (47%)	Escenarios y Storyboards (29%)
Evaluación Experta (61%)	Análisis Competitivo (46%)	Diagramas de Transición de estados de la Interfaz (28%)
Inspecciones (60%)	Casos de Uso Esenciales (45%)	Observación Etnográfica (26%)
Métodos Basados en Documentación (59%)		HTA (26%)
Diseño Colaborativo y Evaluación (59%)		Guía de Estilo del Producto (26%)

**Figura 5.1 - Resultado Escenario 1**

Una vez que el usuario ha creado el proyecto correspondiente y configurado los valores de entrada como se muestran en la Figura O.1 del Anexo O se obtiene el listado de métodos recomendados para la fase de *Evaluación y Pruebas* clasificados entre recomendados, neutros y no recomendados, y cuyo porcentaje por método representa su grado de idoneidad con respecto al conjunto de técnicas tratadas. Entre los **métodos recomendados**, destaca el método de **Retroalimentación del Usuario (84%)**, al tratarse de una etapa bastante avanzada del proceso y no requerir largo tiempo para su aplicación, lo cual facilitaría el objetivo de acabar el proceso antes del comienzo de las vacaciones. Igualmente puede resultar de gran utilidad para el aporte de usabilidad en el proyecto, teniendo en cuenta las opiniones de los usuarios que previamente rechazaron el sistema. También, aunque en menor medida, se recomienda la realización de **Cuestionarios (78%)** que permitirán solucionar el problema de descontento de los usuarios y conocer qué opciones y cambios serían la mejor opción a aplicar. Estos métodos se podrían combinar con el de **Información Post-Test (76%)**, también recomendado, que combina las ventajas del método de Medición del Rendimiento para satisfacer los requerimientos de interacción, con el método de Pensar en Voz Alta para conocer la forma en que el usuario interactúa con el programa y los flujos de pensamiento que sigue durante el proceso.

Entre los **métodos neutros** encontramos, por ejemplo, que la técnica de **Card Sorting (50%)** es considerada como neutra ya que esta tiene especial aplicabilidad en la fase de

creación de prototipos y esquemas estructurales de la herramienta. Por otro lado, contribuye a conocer los esquemas mentales de los usuarios. Dado que se busca que los cambios realizados no afecten al modelo de datos de forma importante, hay otros métodos a emplear considerados más adecuados y por ello su porcentaje no es elevado.

Entre los **métodos no recomendados** se considera que, por ejemplo, la técnica **HTA (26%)** no es recomendable en este proyecto debido a que es demasiado costosa para el breve periodo de tiempo que debe durar el proceso. Además se basa en el estudio de la forma de trabajo llevada a cabo hasta el momento y en este caso la forma de trabajo varía de forma importante. La técnica de **Diagramas de Transición de Estados de la Interfaz (28%)** o la de **Guía de Estilo del Producto (26%)** [28,29] tampoco se recomiendan debido a lo costosas que resultan de aplicar. Además la primera tiene un carácter modelador poco apropiado para la fase del proyecto y el interés por no realizar cambios profundos. La segunda resulta más apropiada para proyectos en los que hay una gran variedad de tareas, mientras que en este caso el número está acotado y no es elevado. La técnica de **Observación Etnográfica (26%)**, con un porcentaje de recomendación bastante bajo, se considera igualmente poco recomendable debido a la complejidad de su aplicación, dadas las restricciones temporales. Además los empleados, pese a ser internacionales compartirán una misma cultura de empresa, no siendo necesaria una adaptación. Además, suele emplearse para realizar modificaciones y modelar el modo de trabajo de los usuarios, lo cual es algo que se pretende evitar.

## 5.2.2 Escenario 2

### 5.2.2.1 Descripción del escenario

El cliente del proyecto es una compañía de servicios en gestión y contabilidad, dedicado a profesionales específicos tales como doctores, notarios, etc. La compañía ofrece principalmente servicios de procesamiento de contabilidad. Hasta ahora, los clientes escribían su contabilidad manualmente o hacían uso de software especializado para este fin. Una de estas herramientas era un paquete interno de software desarrollado por el departamento de informática de la compañía. Se desea desarrollar un nuevo paquete de contabilidad que permita obtener beneficio de documentos de internet para usarlos como entrada, transferir datos o procesarlos. La intervención, a realizarse por el departamento de informática de la compañía, se estima que implique un esfuerzo de 30 personas-día durante 3 meses. Los usuarios del nuevo paquete serán profesionales de la contabilidad y clientes de la compañía. Ninguno de ellos está familiarizado con los ordenadores, de modo que es posible que se muestren reticentes a esta nueva forma de procesamiento de datos y al uso de internet para la adquisición y transferencia de información sobre las cuentas. Es por ello que resulta de gran importancia que las herramientas satisfagan plenamente las necesidades de los usuarios, al producirse cambios importantes en la organización, forma de trabajo y técnicas empleadas. Además, los usuarios, al tratarse de clientes cercanos y trabajadores de la compañía, estarán disponibles durante el proceso, además de especialistas en el campo de la usabilidad. Es necesaria además la obtención de cierta retroalimentación por parte de los usuarios cuanto antes para poder determinar con claridad los requerimientos esperados. Se desea conocer qué métodos serían los más apropiados para la fase de *Análisis de requisitos*.

## 5.2.2.2 Resultados

Recomendados	Neutros	No Recomendados
Card Sorting (81%)	Recorrido Cognitivo (67%)	Árboles de Menús (56%)
Cuestionarios (80%)	Personas (67%)	Diagramas de Transición de estados de la Interfaz (56%)
Entrevistas (80%)	Evaluación Heurística (67%)	HTA (53%)
Observación de Usuarios (80%)	Observación Etnográfica (67%)	Evaluación Automática (40%)
Prototipos de Papel (80%)	Mediciones relativas a rendimiento (65%)	Organización de la Ayuda según casos de Uso (37%)
Investigación Contextual (79%)	Métodos Basados en Documentación (60%)	Mapa de Navegación (36%)
Evaluación Experta (76%)	Análisis de Incidentes Críticos (60%)	Retroalimentación del usuario (32%)
Tormenta de Ideas Visual (76%)	Diseño Colaborativo y Evaluación (59%)	Información Post-Test (31%)
Análisis Competitivo (76%)	Mapa de Roles de Usuario (59%)	Análisis de Impacto (28%)
Inspecciones (75%)	Perfiles de Usuario (58%)	Escenarios de Tareas (26%)
Diagramas de Afinidad (75%)	Metodología Basada en Modelos (58%)	Registro del Uso (26%)
Casos de Uso Esenciales (73%)	Pensar en Voz Alta (57%)	Test de Usabilidad en Laboratorio (26%)
Escenarios y Storyboards (72%)	Métodos Creativos (57%)	Modelo del contenido de la Interfaz (25%)
Especificaciones de Usabilidad (72%)	JEM (56%)	Guía de Estilo del Producto (22%)
Recorrido Pluralístico (71%)		

**Figura 5.2 - Resultado Escenario 2**

Una vez que el usuario ha creado el proyecto correspondiente y configurado los valores de entrada como se muestran en la Figura O.2 del Anexo O se obtiene el listado de métodos recomendados para la fase de *Análisis de requisitos* clasificados entre recomendados, neutros y no recomendados, y cuyo porcentaje por método representa su grado de idoneidad con respecto al conjunto de técnicas tratadas. Entre los **métodos recomendados**, destaca el método de **Card Sorting (81%)** dado su carácter participativo con los usuarios, que en este proyecto son accesibles y cercanos a la compañía. Mediante este método es posible conocer el modelo mental de los mismos y desarrollar un software acorde con él que les permita continuar con el desempeño de sus funciones sin gran dificultad pese al cambio técnico al que se enfrentan. [6] Además no se trata de un amplio rango de posibles acciones, lo cual permitirá realizar un estudio suficientemente completo sin dedicarle demasiado tiempo. La técnica de **Prototipos de papel (80%)** con un porcentaje de recomendación semejante, se recomienda al ser sencilla de aplicar y tener costes muy bajos, resultando idónea para una fase temprana en la que las primeras ideas deben ser contrastadas con el usuario. Igualmente resultan muy recomendados los métodos de **Entrevistas (80%)** y **Observación de Usuarios (80%)**, al estar estos disponibles y facilitar así la recolección de información útil que pueda tomarse como base para el desarrollo de otras técnicas en etapas futuras. Como el tiempo no es una restricción importante en este proyecto, se recomienda también la realización de **Cuestionarios (80%)**. Estos, más que evaluar la usabilidad del software, indicarán el grado de satisfacción del usuario. De esta forma se contará con una información complementaria a la obtenida mediante los otros métodos, por medio de una evaluación que atienda de forma concreta a la satisfacción de los usuarios, que en este proyecto resulta de especial importancia al tratarse de empleados de la compañía que tendrán que modificar su forma de trabajo. Asimismo, se recomienda la técnica de **Investigación contextual (79%)**, estrechamente relacionada con las tareas de Educación de Requisitos. Esta técnica resulta especialmente favorable cuando existe la posibilidad de tratar directamente con usuarios representativos, como es el caso. [5] A partir de esta técnica es posible obtener una comprensión más profunda que la obtenida por medio de entrevistas de las necesidades del usuario, ya que en ocasiones estos no son conscientes de las razones que motivan sus acciones. La formación necesaria para aplicar la técnica es elevada pero en este proyecto se tiene acceso a ella. El método de **Evaluación experta (76%)** es recomendado ya que la fase del proyecto que se está tratando es una de las más tempranas y se tiene acceso a personas con alta formación capaces de detectar posibles requerimientos que en un primer momento puedan ser pasados por alto, pudiendo garantizar una planificación más completa del proceso ergonómico.

Entre los **métodos neutros**, encontramos métodos que pueden ser aplicados con éxito en el proceso, sin ser aparentemente los que darán unos resultados más óptimos. Por ejemplo, se

encuentra en este grupo, con un porcentaje no muy elevado, el método de **Análisis de Incidentes Críticos (60%)** [30,31], que permite estudiar de manera más extensa el proceso de realización de tareas y el comportamiento de los usuarios de la compañía a fin de diseñar flujos más intuitivos y que den lugar a menos errores, aunque consume bastante tiempo y no hay necesidad de rendimiento especialmente alto en el proyecto. También aparece la técnica de **Métodos creativos (57%)**, que se adapta correctamente a las fases tempranas de proyectos y resulta en decisiones adecuadas de diseño. Por otro lado, consume bastante tiempo y no es necesario un gran componente creativo en este caso.

Respecto a los **métodos no recomendados**, aparecen métodos con bajo porcentaje como el de **Guía de Estilo del Producto (22%)**, ya que este implica un nivel de detalle demasiado alto como para ser aplicado en una etapa inicial como la de Análisis de Requisitos. Además se cuenta con profesionales en el campo de usabilidad y por tanto no es necesaria la aplicación de una técnica de guiado tan costosa. Tampoco se recomiendan métodos como el de **Test de Usabilidad en Laboratorio (26%)** o el **Registro de Uso (26%)**, al ser técnicas costosas y de poca utilidad en fases tempranas del proyecto.

## 5.2.3 Escenario 3

### 5.2.3.1 Descripción del escenario

El cliente del proyecto es una pequeña consultora especializada en el tratamiento de desechos industriales. El proyecto viene motivado por el manager de la compañía. La empresa desea desarrollar un software relativo a las competencias propias de la misma. El objetivo es la creación de una herramienta que pueda ser utilizada incluso por personas que no estén acostumbradas al manejo con ordenador. La compañía es consciente de la complejidad de algunas de las tareas a realizar y considera un reto el incremento de usabilidad de la herramienta. La fase del proyecto para la que se desea conocer los métodos más recomendables es la de *Diseño e Implementación*. Se prevé la necesidad de realizar varios prototipos debido a que las especificaciones de la herramienta no son especialmente claras y es posible que sufran cambios. Debido a esto, no se sabe con certeza cuántas tareas se podrán realizar con la herramienta. Tampoco se ha definido hasta qué punto será necesario que la herramienta permita una interacción rápida. Como restricción, la empresa informa de que no puede afrontar grandes gastos para la realización del proyecto. El conjunto de futuros usuarios de la herramienta lo conforman perfiles distintos en la empresa como el director, el director de producción, etc., que se encargan de la administración de los desechos industriales. Estas personas no están acostumbradas al uso de ordenadores, resultándoles novedosa esta forma de trabajar. Además sólo pueden utilizar el software una vez al mes, resultando complicado el acceso a ellos a la hora de realizar pruebas o aplicar diversas técnicas. Para suplir el difícil acceso a los usuarios, la empresa cuenta con expertos en usabilidad que pueden guiar algunos procesos y determinar el grado de usabilidad de la herramienta. Se desea mejorar algunas de las funcionalidades y la interfaz de usuario a fin de garantizar un grado de usabilidad aceptable.

### 5.2.3.2 Resultados

Recomendados	Neutros	No Recomendados
Árboles de Menús (80%)	Guía de Estilo del Producto (51%)	Pensar en Voz Alta (0%)
Métodos Basados en Documentación (80%)	Inspecciones (50%)	Mediciones relativas a rendimiento (0%)
Modelo del contenido de la Interfaz (68%)	Análisis Competitivo (47%)	Análisis de Incidentes Críticos (0%)
Evaluación Experta (63%)	Casos de Uso Esenciales (46%)	Cuestionarios (0%)
Diagramas de Transición de estados de la Interfaz (63%)	Mapa de Roles de Usuario (40%)	Diseño Colaborativo y Evaluación (0%)
Personas (63%)		Prototipos de Papel (0%)
Evaluación Heurística (61%)		Observación de Usuarios (0%)
Especificaciones de Usabilidad (60%)		Métodos Creativos (0%)
Perfiles de Usuario (60%)		Card Sorting (0%)
Organización de la Ayuda según casos de Uso (58%)		Escenarios y Storyboards (0%)
Metodología Basada en Modelos (58%)		Entrevistas (0%)
Registro del Uso (55%)		Retroalimentación del usuario (0%)
Mapa de Navegación (54%)		Observación Etnográfica (0%)
Evaluación Automática (53%)		HTA (0%)
Análisis de Impacto (53%)		Diagramas de Afinidad (0%)
		Investigación Contextual (0%)
		Tormenta de Ideas Visual (0%)
		Test de Usabilidad en Laboratorio (0%)
		Escenarios de Tareas (0%)
		Recorrido Cognitivo (0%)
		Recorrido Pluralístico (0%)
		Información Post-Test (0%)
		JEM (0%)

**Figura 5.3 - Resultado Escenario 3**

Una vez que el usuario ha creado el proyecto correspondiente y configurado los valores de entrada como se muestran en la Figura O.3 del Anexo O se obtiene el listado de métodos recomendados para la fase de *Diseño e Implementación* clasificados entre recomendados, neutros y no recomendados, y cuyo porcentaje por método representa su grado de idoneidad con respecto al conjunto de técnicas tratadas. Entre los **métodos recomendados**, dado que no se tiene acceso amplio a los usuarios del sistema, se recomiendan métodos que no requieran su presencia y que puedan ser aplicados por expertos en usabilidad, a los que sí se tiene acceso. La técnica de **Árboles de Menús (80%)**, con un porcentaje elevado, se recomienda al tratarse de una técnica sencilla de aplicar, que no conllevaría altos gastos y que hace posible el modelado de la interfaz y las actividades, que son de cierta complejidad en este caso. Produce importantes mejoras de usabilidad frente a un esfuerzo bajo. Con el mismo porcentaje de recomendación, el uso de **Métodos Basados en Documentación (80%)** [29] sería una buena opción al permitir, sin necesidad de realizar pruebas con usuarios, determinar el grado de usabilidad de la herramienta haciendo uso de listados o de documentos que recogen reglas acordadas o demostraciones. Para su aplicación es necesario contar con profesionales de la usabilidad, lo cual se cumple en este caso. También se recomienda el método de **Modelo del contenido de la interfaz (80%)** a partir del cual se puede aumentar el grado de usabilidad de la herramienta por medio de representaciones gráficas y esquematizaciones que pueden ser puestas a prueba en los distintos prototipos que se espera realizar. Permite la creación de programas con una interfaz de calidad y buenos niveles de interacción si finalmente fuera requerido.

Entre los **métodos clasificados como neutros**, con un porcentaje medio, encontramos la técnica de **Inspecciones (50%)**, que permite aumentar de forma notable el grado de usabilidad de la herramienta sin resultar costosa de aplicar. Además permite la validación de prototipos como los que se planea desarrollar. Sin embargo, el número de tareas a realizar es un aspecto determinante en el grado de utilidad de esta técnica, y al no conocerse con claridad, el método no se incluye entre los más recomendados.

Respecto a los **métodos no recomendados**, aparecen aquellos que requieren la presencia de usuarios debido a que se tiene un acceso limitado a estos y podrían encarecer y alargar el proceso. Por ello tienen un porcentaje de recomendación de 0%. Encontramos entre ellos métodos como el de **Observación de Usuarios (0%)**, **Card Sorting (0%)**, o **Entrevistas (0%)**, en los que el usuario tiene un papel fundamental. Además, dado que la tarea resulta muy novedosa para los usuarios, métodos como el **Análisis de Incidentes Críticos (0%)** o **Recorrido Cognitivo (0%)** [32,33] no son recomendables, ya que se basan en un uso

previo del software y conocimiento avanzado de la realización de la tarea para evaluar problemas que puedan surgir o tomar medidas.

## 5.2.4 Escenario 4

### 5.2.4.1 Descripción del escenario

El cliente es una institución que ha creado un portal web sobre centros de acceso a documentación y bibliotecas que ofrezca información sobre los centros en sí, así como la posibilidad de examinar sus catálogos y realizar consultas. El promotor del plan es el grupo encargado del portal (técnicos web y profesionales del campo de la documentación). El objetivo es evaluar el sitio web con el fin de mejorarlo, en especial para hacerlo más sencillo de utilizar y que resulte más cercano a las necesidades de los usuarios, que serán accesibles durante el proceso. Se busca así lograr un aumento de calidad en el portal. Como el objetivo es la obtención de mejoras de un producto terminado, se trata de la fase de *Mantenimiento*. Por otro lado, no es posible contar de forma extensa con expertos en el campo de la ergonomía. Igualmente será preferible no incurrir en grandes gastos tras la inversión que fue necesaria para el desarrollo del portal actual. Dado que el producto está en funcionamiento, no existen importantes restricciones de tiempo. Además, se baraja la posibilidad de aumentar el grado de adaptabilidad de la herramienta en función del tipo de usuario, aunque no es algo seguro. Lo mismo ocurre con la opción de aumentar el número de funcionalidades del portal, propuesta que debe ser estudiada. En el público del portal se diferencian dos grupos: profesionales de la documentación y usuarios de los centros de documentación y bibliotecas. El objetivo es lograr un portal que satisfaga a ambos grupos, siendo especialmente usable el manejo del catálogo dado que las personas que hagan uso de él no serán especialistas en el campo. Se ha decidido igualmente realizar esfuerzos en hacer que el portal sea fácilmente utilizable para usuarios con discapacidades a fin de diferenciarse de la competencia.

### 5.2.4.2 Resultados

Recomendados	Neutros	No Recomendados
Retroalimentación del usuario (85%)	Inspecciones (55%)	Organización de la Ayuda según casos de Uso (37%)
Observación de Usuarios (67%)	Perfiles de Usuario (55%)	Observación Etnográfica (37%)
Card Sorting (65%)	Análisis de Impacto (53%)	Mapa de Navegación (34%)
Prototipos de Papel (65%)	Diagramas de Afinidad (50%)	Metodología Basada en Modelos (34%)
Entrevistas (64%)	Modelo del contenido de la Interfaz (50%)	Personas (32%)
Cuestionarios (63%)	Tormenta de Ideas Visual (48%)	Escenarios de Tareas (28%)
Investigación Contextual (61%)	Métodos Basados en Documentación (47%)	Guía de Estilo del Producto (26%)
Diseño Colaborativo y Evaluación (59%)	Pensar en Voz Alta (43%)	Test de Usabilidad en Laboratorio (8%)
Información Post-Test (59%)	Diagramas de Transición de estados de la Interfaz (42%)	Evaluación Experta (0%)
Mediciones relativas a rendimiento (59%)	Métodos Creativos (42%)	HTA (0%)
Árboles de Menús (58%)	Evaluación Automática (41%)	Especificaciones de Usabilidad (0%)
Análisis Competitivo (57%)	Escenarios y Storyboards (40%)	Evaluación Heurística (0%)
Recorrido Plurialístico (57%)	Mapa de Roles de Usuario (39%)	Registro del Uso (0%)
Casos de Uso Esenciales (56%)		Recorrido Cognitivo (0%)

**Figura 5.4 - Resultado Escenario 4**

Una vez que el usuario ha creado el proyecto correspondiente y configurado los valores de entrada como se muestran en la Figura O.4 del Anexo O se obtiene el listado de métodos recomendados para la fase de *Mantenimiento* clasificados entre recomendados, neutros y no recomendados, y cuyo porcentaje por método representa su grado de idoneidad con respecto al conjunto de técnicas tratadas. Entre los **métodos recomendados**, con un porcentaje especialmente alto destaca la técnica de **Retroalimentación del Usuario (85%)**, ya que dada la fase en que se encuentra el proyecto y su objetivo, resultará de gran utilidad obtener reportes de los usuarios informando de las dificultades que hayan podido encontrar en el empleo del portal. Dado que se busca satisfacer a todo el rango de usuarios del sistema, se considera que un servicio de atención en línea o ayuda permitiría recoger un informe completo de las necesidades de cada usuario y encontrar con mayor facilidad una



forma de congeniarlas. Aunque en menor medida, también se considera positiva la técnica de **Observación de Usuarios (67%)**, que permite recolectar información de los usuarios y conocer su modo de actuación. Esto permitirá incrementar la calidad del portal, atendiendo incluso a las necesidades especiales que puedan tener algunos usuarios. La técnica de **Card Sorting (65%)** es igualmente recomendable ya que no precisa de altos conocimientos técnicos y es sencilla de aplicar, aportando así un incremento importante en la calidad sin demasiado esfuerzo.

Entre los **métodos neutros**, emplear la técnica de **Diagramas de Afinidad (50%)** puede resultar positivo dado su carácter participativo e integrador y la sencillez de su aplicación. Sin embargo, esta técnica suele organizar las ideas obtenidas tras una Tormenta de Ideas, siendo esta técnica poco común en la fase de Mantenimiento de un proyecto. La técnica de **Tormenta de Ideas Visual (48%)** no suele emplearse en etapas muy avanzadas del proyecto ya que esto puede interferir en el correcto desarrollo al existir unas ideas ya definidas y acotar la creatividad. Sin embargo, a la hora de innovar y buscar formas de hacer más usable el portal, puede ser de utilidad. Es además sencilla de aplicar.

Respecto a los **métodos no recomendados**, dado que no se tiene acceso a profesionales de la usabilidad, las técnicas que se basan en sus conocimientos, como la **Evaluación Heurística (0%)** o la **Evaluación Experta (0%)** no son recomendadas y tienen un porcentaje de recomendación de 0%. Tampoco se recomiendan técnicas como el **HTA (0%)** o **Test de Usabilidad en Laboratorio (8%)**, que tienen un alto coste de aplicación inabarcable económicamente para la institución. El uso de **Escenarios de Tareas (28%)**, aunque algo más recomendable, da mejores resultados cuando no están bien definidas las especificaciones, lo cual no ocurre en este caso. Por otro lado, el número de tareas a realizar por los usuarios, no especificado, es un aspecto determinante a la hora de emplear esta técnica. Además, precisa de una formación especial a la que no se tiene acceso.

## 5.2.5 Escenario 5

### 5.2.5.1 Descripción del escenario

El cliente es una empresa de telecomunicaciones que desea desarrollar un software de telefonía dedicado a pequeñas empresas. La etapa por tanto es la de *Adquisición y Suministro*. El promotor de la iniciativa es el servicio de marketing de la compañía. Las empresas a las que va dirigido el producto no pueden desarrollar un estándar telefónico propio, siendo necesario administrar las comunicaciones entre los distintos miembros de forma manual. Se requiere una mejora técnica que permita automatizar el proceso, aunque no se sabe con certeza el grado de complejidad que tendrá la realización de las tareas con este nuevo método ni la complejidad final del software en sí. Los usuarios, disponibles y accesibles durante el proceso de desarrollo, deberían poder pasar a realizar todas sus tareas, de amplia variedad, por medio de este nuevo software. No se trata de un proyecto urgente, aunque se espera poder tener una versión funcional sin mucha demora para poder presentarlo en un congreso a finales del año. Por ello, sí sería conveniente contar con cierto *feedback* de los usuarios cuanto antes. La compañía ha realizado un estudio de viabilidad del proyecto y se espera poder afrontar los gastos que implique sin dificultades. Sin embargo, al tratarse de una etapa muy temprana, todavía hay aspectos poco claros como el hecho de si va a haber muchas variaciones en las especificaciones del producto, si la gravedad de los errores que se puedan cometer por medio del uso del software va a ser elevada, o si va a ser necesario aplicar medidas especiales debido a usuarios con algún tipo de discapacidad. Todavía se está a la espera de contactar con profesionales de la usabilidad, de modo que no es segura su accesibilidad durante el proceso. Se espera que la interacción de los usuarios con el software sea rápida y eficaz, suponiendo una mejora notable en el desempeño de sus tareas.



## 5.2.5.2 Resultados

Recomendados	Neutros	No Recomendados
Card Sorting (85%)	Escenarios y Storyboards (56%)	Metodología Basada en Modelos (40%)
Observación de Usuarios (84%)	Análisis Competitivo (56%)	Retroalimentación del usuario (32%)
Prototipos de Papel (80%)	Árboles de Menús (55%)	Evaluación Automática (32%)
Métodos Basados en Documentación (74%)	Evaluación Experta (54%)	Información Post-Test (29%)
Recorrido Pluralístico (72%)	Especificaciones de Usabilidad (54%)	Pensar en Voz Alta (27%)
Diseño Colaborativo y Evaluación (72%)	Inspecciones (54%)	Test de Usabilidad en Laboratorio (24%)
Perfiles de Usuario (69%)	Mapa de Roles de Usuario (53%)	Registro del Uso (24%)
Personas (68%)	Casos de Uso Esenciales (52%)	Organización de la Ayuda según casos de Uso (23%)
Tormenta de Ideas Visual (66%)	Evaluación Heurística (52%)	Análisis de Impacto (23%)
Investigación Contextual (66%)	Escenarios de Tareas (48%)	Modelo del contenido de la Interfaz (23%)
Diagramas de Afinidad (65%)	Observación Etnográfica (48%)	Guía de Estilo del Producto (21%)
Entrevistas (64%)	Mapa de Navegación (46%)	Recorrido Cognitivo (0%)
Cuestionarios (63%)	Mediciones relativas a rendimiento (44%)	Análisis de Incidentes Críticos (0%)
JEM (57%)	Diagramas de Transición de estados de la Interfaz (42%)	HTA (0%)
Métodos Creativos (57%)		

**Figura 5.5 - Resultado Escenario 5**

Una vez que el usuario ha creado el proyecto correspondiente y configurado los valores de entrada como se muestran en la Figura O.5 del Anexo O se obtiene el listado de métodos recomendados para la fase de *Adquisición y Suministro* clasificados entre recomendados, neutros y no recomendados, y cuyo porcentaje por método representa su grado de idoneidad con respecto al conjunto de técnicas tratadas. Entre los **métodos recomendados**, al existir bastante incertidumbre en este proyecto, se han recomendado técnicas que en términos generales resultan muy útiles, variándose los porcentajes de recomendación en función de las restricciones que sí están bien definidas. Se recomienda en especial el método de **Card Sorting (85%)**, con un alto porcentaje y considerado muy útil [13] en etapas tempranas del desarrollo del proyecto gracias a su sencillez de aplicación (en caso de no poder contar con expertos) y los grandes aportes en usabilidad que se pueden obtener desde el principio. Por medio de este método, se podría conocer la forma de estructurar la información de los empleados de la compañía a fin de crear un software que les resulte intuitivo para llevar a cabo sus tareas pese al importante cambio técnico. También se recomienda el método de **Observación de Usuarios (84%)**, puesto que no hay grandes restricciones de tiempo y costes, que son los aspectos en los que este método pierde aplicabilidad. Con este método se podrá determinar cómo trabajan los usuarios, qué tareas les resultan más complejas y por tanto dan lugar a más fallos, y en general lograr una interacción más eficaz. El método de **Prototipos de Papel (80%)** es también recomendable ya que permite contrastar con los usuarios ideas de diseño en etapas muy tempranas y realizar modificaciones al no dar la sensación de que el sistema ya está construido.

Entre los **métodos neutros**, encontramos por ejemplo el método de **Árboles de Menús (55%)**, es sencillo de aplicar e implica grandes aportes de usabilidad. Dada la variedad de tareas de los usuarios, esta técnica puede colaborar en el diseño de menús intuitivos que faciliten la interacción. Por otro lado, su porcentaje medio se debe a que al tratarse de un cambio importante en la forma de trabajar de los usuarios, podría resultar más recomendable emplear métodos en los que se incentive la participación de estos a fin de facilitar el proceso y garantizar que la herramienta tenga un impacto positivo. El método de **Evaluación Experta (54%)** es considerado como neutro debido a que si bien es rápido de aplicar y se adapta bien a las fases tempranas de un proyecto para determinar las necesidades del usuario y características de usabilidad a incluir, requiere la presencia de un experto en el campo. En este caso no es seguro el acceso al mismo. Además, existen restricciones de interacción que podrán ser tenidas más en cuenta en otros métodos que realicen medidas reales con usuarios. Las **Inspecciones (54%)** resultan en importantes aportaciones de usabilidad en el sistema, en especial cuando no hay grandes restricciones de tiempo. Sin embargo, requieren un grado medio/alto de familiaridad con la herramienta

y en este caso los usuarios trabajarán con ella por primera vez. Además, al haber un gran número de tareas a llevar a cabo por los usuarios, el proceso de inspección se alargaría demasiado, haciendo de esta técnica una opción poco óptima.

Respecto a los **métodos no recomendados**, la **Retroalimentación del Usuario (32%)**, no es considerada recomendable al no existir una versión anterior de la herramienta sobre la que los usuarios puedan expresar sus opiniones. También es considerado como poco recomendable el método de **Pensar en Voz Alta (27%)**, ya que requiere al menos un prototipo funcional para que pueda ser probado por los usuarios y estudiar su interacción con él. Al tratarse de una etapa tan temprana esto no es posible. Menos recomendables aún, con un porcentaje de 0%, encontramos el método de **Análisis de Incidentes Críticos (0%)**, al ser un producto nuevo que no se ha empleado antes en la compañía y por tanto no poderse realizar medidas de un uso previo y la técnica de **HTA (0%)**, al requerir un sistema actual para poder desarrollarla.

## 5.3 Evaluación con usuarios

Una vez finalizada la herramienta, se procedió a una evaluación con usuarios para confirmar que se han cumplido con los requisitos de funcionalidad y usabilidad especificados al comienzo del documento. En este apartado se describe el proceso de evaluación realizado en base a las medidas específicas de usabilidad que se describen en la ISO 9241-11 para evaluación de usabilidad (eficacia, eficiencia y satisfacción), y las tareas propuestas a llevar a cabo por los usuarios. A continuación se exponen los resultados obtenidos y se toman conclusiones sobre los mismos. Esto nos permitirá establecer las líneas de trabajo futuras y realizar un balance del trabajo desarrollado.

### 5.3.1 Método de evaluación

El objeto principal del experimento descrito en esta sección es asegurarnos de que la herramienta desarrollada cumple con las condiciones de usabilidad descritas en el apartado de requisitos. Por medio de la información recopilada, será posible obtener una serie de medidas que servirán para la mejora del sistema en base a la experiencia de usuario, ayudando así a concretar unos objetivos de usabilidad más específicos en posibles iteraciones futuras.

El test consistió en presentar a 15 usuarios 7 tareas a realizar, siendo estas representativas de las acciones que se pueden llevar a cabo con la herramienta. A fin de seguir un protocolo *thinking aloud* [34] que permitiera maximizar la información obtenida de la sesión, se solicitó al usuario que expresara en voz alta sus pensamientos a medida que realizaba las tareas. Además, se cronometró el tiempo requerido para terminar cada una ellas y se apuntó el grado de eficacia del usuario y si necesitó ayuda en el proceso. Durante el proceso se tomaron notas de los pensamientos expresados por el usuario procurando no interrumpir sus acciones. El objetivo del test fue realizar una evaluación del grado de eficiencia medio de un usuario que comienza a usar la herramienta por primera vez, tener una medida de su eficacia a la hora de realizar las tareas propuestas, y conocer su grado de satisfacción y por tanto probar que los requisitos de usabilidad propuestos fueron satisfechos. Tras la realización de las pruebas se solicitó a los usuarios que rellenaran un cuestionario de usabilidad. El cuestionario empleado fue el USE [35], al tratarse de una herramienta muy completa que permite al usuario valorar aspectos tanto generales como específicos de su experiencia de uso de la herramienta, como son la *Utilidad*, la *Facilidad de Uso*, la *Facilidad de Aprendizaje* y la *Satisfacción general*. Las preguntas eran evaluadas en una escala del 1 al 7, siendo 1 equivalente a “Muy en desacuerdo” y 7 a “Muy de acuerdo”. A partir de los resultados obtenidos fue posible realizar un estudio más completo y contrastado.

### 5.3.2 Participantes

Para la elaboración de la evaluación de la herramienta se buscó la colaboración de personas con un grado alto de familiaridad con la temática de la misma, que tengan conocimientos de Ingeniería de Software y por tanto sean capaces de establecer juicios razonados sobre la herramienta y sus características. Al mismo tiempo se buscaba conocer aquellos aspectos que, desde su punto de vista como profesionales de la informática, podrían implicar mejoras significativas en el producto final presentado.

Las pruebas se llevaron a cabo en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid al contar con un ambiente propicio para el desarrollo de las tareas y tener acceso a numerosos estudiantes con conocimientos en Ingeniería de Software y usabilidad. De entre los 15 usuarios que participaron en el test, 9 fueron hombres y 6 mujeres. La proporción puede observarse en la Figura 5.6. La **edad media** de los usuarios colaboradores del test es de 22 años ( $M=22$ ;  $SD=0,85$ ).

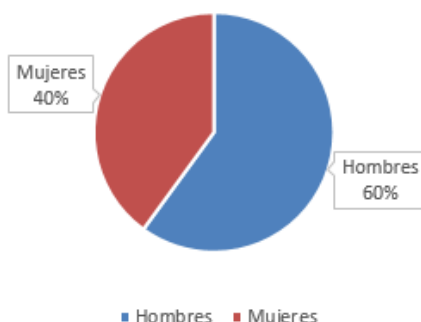


Figura 5.6 – Proporción hombres-mujeres del test de usuario

### 5.3.3 Tareas

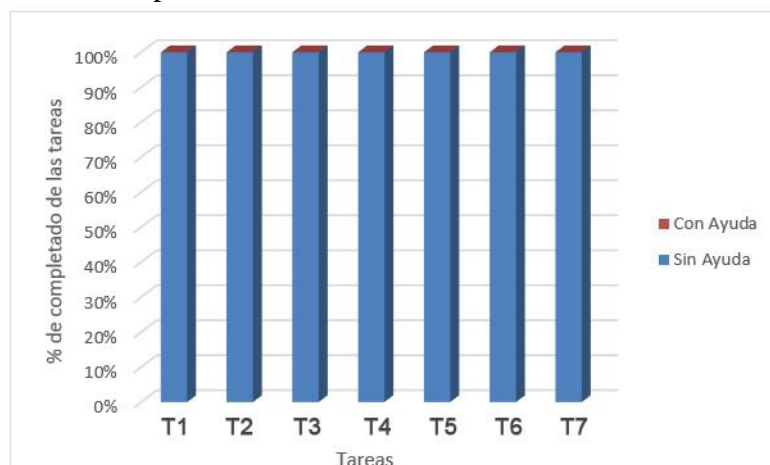
Para la realización de las pruebas de usuario se seleccionaron las tareas más representativas. Se solicitó su ejecución en orden ya que simulan el flujo de operación normal de la herramienta. Estas se describen a continuación.

- **Registro del usuario en el sistema y acceso (T<sub>1</sub>):** el usuario debe acceder al sistema. Para ello deberá crear previamente un usuario introduciendo sus datos personales.
- **Creación de proyecto e inserción de los datos básicos y planificación (T<sub>2</sub>):** el usuario debe crear un nuevo proyecto e introducir el identificador, un nombre y una descripción. Además deberá planificar la duración de dos de las fases.
- **Definición de restricciones en el proyecto (T<sub>3</sub>):** el usuario debe acceder a la configuración del proyecto creado y determinar las restricciones del mismo respondiendo a las preguntas planteadas.
- **Modificación de datos del proyecto creado y de la planificación (T<sub>4</sub>):** el usuario debe actualizar la descripción del proyecto creado y modificar la planificación establecida con nuevas fechas.
- **Obtención de recomendaciones para una fase concreta (T<sub>5</sub>):** el usuario debe acceder a la pantalla de Seguimiento y obtener recomendaciones, seleccionando la fase específica para la que desea obtener recomendaciones.
- **Obtención de información de una técnica concreta e inserción y consulta de comentario (T<sub>6</sub>):** el usuario debe seleccionar una técnica, revisar la documentación aportada, e insertar un comentario.
- **Eliminar proyecto creado y salir del sistema (T<sub>7</sub>):** el usuario debe eliminar el proyecto de la lista y salir del sistema pulsando *Log Out*.

El documento con la enumeración de las tareas empleado por los usuarios durante el test se encuentra en el Anexo P.

### 5.3.4 Análisis de los resultados

Durante la ejecución de las tareas de los usuarios se tomó nota de la posible ayuda necesaria para completarlas. Los resultados de **eficacia** de cada tarea se muestran en la Figura 5.7, donde vemos que los usuarios fueron capaces de llevar a cabo todas las tareas individualmente sin necesitar ayuda u otras indicaciones, resultando en una eficacia del 100% para todas las tareas planteadas.



**Figura 5.7 – Grado de éxito de las tareas del test de usuario - eficacia**

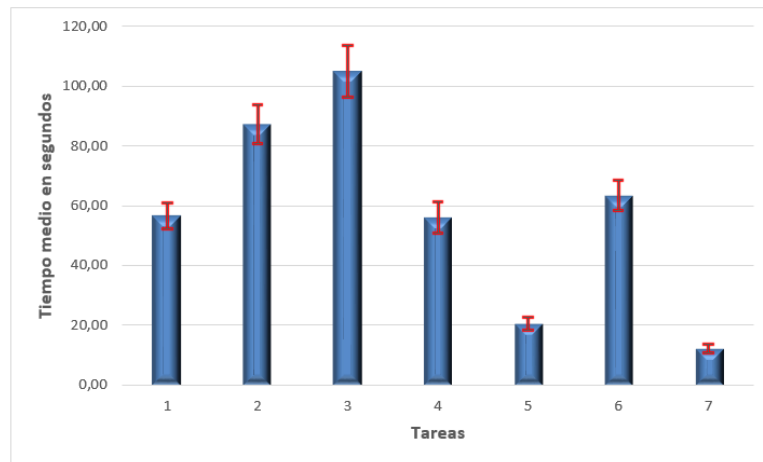
Durante la realización del test de usuarios, se recogieron todos los datos y se calcularon diferentes estadísticos relativos a las medidas. En la Tabla 5.1 vemos las estadísticas de tiempo, expresado en segundos por tarea, empleado por los usuarios en las distintas tareas realizadas en la experimentación.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Media	56,73	87,20	104,87	56,07	20,60	63,27	12,20
Error Típico	2,22	3,30	4,38	2,61	1,09	2,58	0,78
Mediana	58,00	90,00	97,00	54,00	20,00	61,00	13,00
Desviación Estándar	8,60	12,80	16,97	10,12	4,24	9,98	3,03
Varianza de la muestra	73,92	163,74	288,12	102,35	17,97	99,64	9,17
Mínimo	34,00	60,00	87,00	43,00	14,00	40,00	7,00
Máximo	69,00	103,00	147,00	71,00	32,00	78,00	17,00
Nivel de confianza(95%)	4,35	6,48	8,59	5,12	2,15	5,05	1,53

**Tabla 5.1– Estadísticas de tiempo del test de usuario - eficiencia**

Las medias de los tiempos, que representan el grado de **eficiencia** en segundos, son bajas por lo general, siendo todas las tareas ejecutadas correctamente en un tiempo inferior a 2 minutos. El error típico es bastante bajo, lo cual indica que la variabilidad entre las muestras tomadas es igualmente baja y los usuarios tardaron tiempos similares. Observamos que la desviación estándar y la varianza de la muestra son más elevadas en las tareas T2 y T3. Esto se debe a que ambas dependen notablemente del usuario que las ejecute. La primera depende de lo claro que tenga el usuario las restricciones del proyecto y de su velocidad para responder las preguntas del cuestionario. La segunda, al consistir en la modificación de la planificación, dependió de la destreza del usuario a la hora de manejar los calendarios. Como vemos en la Tabla 5.1, los intervalos de confianza al 95% son aceptables, siendo siempre inferiores a 10 segundos. Usando como ejemplo la tarea 6, con un valor de intervalo de confianza al 95% de 5,05 segundos, bastante bajo, podemos estar seguros al 95% de que un usuario tardará entre 58 segundos y 1 minuto y 8 segundos en acceder a la documentación de una técnica, introducir un comentario breve, y consultar el comentario insertado de la lista de técnicas aplicadas.

A continuación, en la Figura 5.8 se muestra la gráfica de tiempos medios requeridos por los usuarios para la ejecución de las tareas, representando la **eficiencia** en segundos obtenida. Además, las barras rojas que aparecen representan el error a partir del intervalo de confianza al 95%, pudiéndose observar que tiene un valor pequeño y cuyo significado se ha explicado anteriormente. Podemos ver que las tareas que más se ha tardado en completar son la de definición de las restricciones del proyecto (T3) y la de creación de proyecto y establecimiento de su planificación (T2). Esto se debe a que en la primera el usuario debía leer cada una de las opciones y elegir la opción que más se ajustara a su proyecto. Este tiempo de comprensión de la pregunta y de decisión de la respuesta se ha traducido, comprensiblemente, en un mayor tiempo de ejecución. Por su parte, la segunda tarea implicaba enfrentarse por primera vez a la pantalla de gestión de proyectos y establecer la planificación y por tanto desplazarse por los distintos meses del calendario.



**Figura 5.8 – Gráfica de tiempos del test de usuario y error a partir del intervalo de confianza al 95% - eficiencia**

Por otro lado vemos que las tareas de obtención de recomendaciones (T5) y de eliminar proyecto y salir del sistema (T7) tienen tiempos especialmente bajos. Esto se debe a que los usuarios reconocieron con facilidad los botones correspondientes y por lo tanto podemos concluir que la etiquetación y posicionamiento de los mismos es el correcto y las tareas están optimizadas.

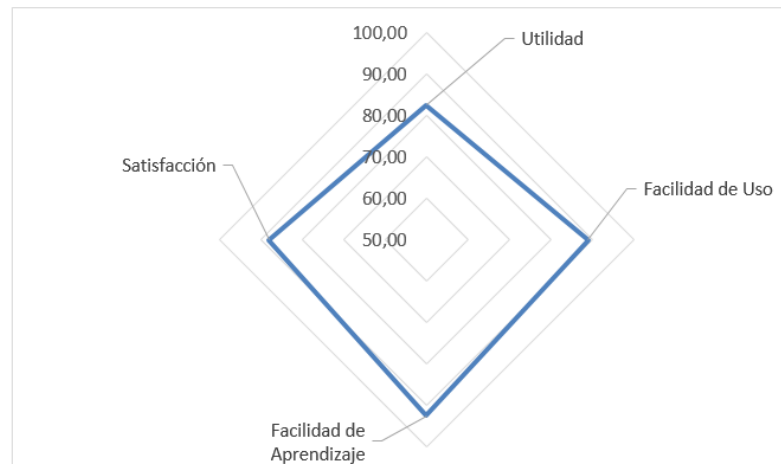
Gracias al protocolo *thinking aloud*, se pudieron recabar opiniones sobre las decisiones de diseño tomadas para tener así una idea general de qué aspectos resultaron más positivos para la experiencia del usuario y cuáles pueden requerir algún tipo de mejora o ayuda. Por ejemplo, el tiempo de finalización de la tarea de modificación de la planificación podría haber sido mucho mayor si no se hubiera incluido el plugin para introducción de fechas mediante calendario de la librería jQuery. Los usuarios confirmaron este hecho durante su discurso en el proceso de *thinking aloud*. En los casos en los que se observó que los usuarios dudaban más o no entendían claramente el significado de la información mostrada, se incluyeron *tips* de ayuda.

Por lo general todos los usuarios coincidieron en que el manejo de la herramienta les resultó intuitivo y no tuvieron problemas en ejecutar las tareas solicitadas eficaz y eficientemente. Además resaltaron la estética de la interfaz y su carácter *user-friendly*. También destacaron la funcionalidad bilingüe de la herramienta.

En el Anexo Q se pueden ver los resultados de los cuestionarios USE tras las sesiones de test. Para realizar el análisis, se ha calculado el promedio en cada una de las preguntas, y a continuación se ha obtenido los promedios de cada una de las dimensiones y los porcentajes correspondientes. Como se ha explicado antes, el rango de valores posibles se describe en una escala Likert entre 1 y 7, donde 1 significa “Muy en desacuerdo” y 7 “Muy de acuerdo”. Si estudiamos las valoraciones de los usuarios para cada una de las

dimensiones del cuestionario a nivel porcentual, vemos que el grado de **Utilidad** de la herramienta es de 82,38% (M=5,77; SD=0,24 en escala Likert 1-7), el de **Facilidad de Uso** es de 89,00% (M=6,23; SD=0,25 en escala Likert 1-7), y el grado de **Facilidad de Aprendizaje** es 92,38% (M=6,47; SD=0,09 en escala Likert 1-7). Estos valores son altos conforme a los requisitos de usabilidad de la herramienta. Finalmente, el grado de **Satisfacción** de los usuarios tras usar la herramienta es de un 87,89% (M=6,15; SD=0,30 en escala Likert 1-7).

En la Figura 5.9 se representan los valores de estas cuatro dimensiones.



**Figura 5.9 – Datos del cuestionario USE para la interfaz web**

El valor medio de usabilidad (calculado a partir de las medias de las cuatro dimensiones) es de un 87,86% (M=6,15; SD=0,29 en escala Likert 1-7). Este es un buen resultado para ser la primera prueba con usuarios pero deberá mejorarse en el futuro. Debe tenerse en cuenta igualmente que los usuarios que han participado en el test, pese a tener conocimientos de Ingeniería de Software y entender los conceptos manejados por la herramienta, no trabajan en la gestión de proyectos de alta usabilidad y por lo tanto cuestiones como “*Me ayuda a ser más eficaz*”, con un porcentaje de 81,8% (M=5,53; SD=0,52 en escala Likert 1-7) o “*Se adapta a mis necesidades*”, con un 80% (M=5,60; SD=0,51 en escala Likert 1-7), pueden no ser aplicables en su totalidad. Por otro lado, preguntas como “*No se notan inconsistencias*” o “*Lo he aprendido a usar rápidamente*” han obtenido unos elevados resultados de 94,28% (M=6,60; SD=0,63 en escala Likert 1-7) y 93,28% (M=6,53; SD=0,52 en escala Likert 1-7) respectivamente.

Finalmente, puesto que los resultados han sido buenos en media, obteniendo valores bajos de tiempo de realización e implicando así que las tareas se han realizado de forma eficaz, podemos corroborar definitivamente la **H2**, al alcanzar la herramienta un grado de usabilidad aceptable.

## 6 Conclusiones y trabajo futuro

---

En este apartado se presentan las conclusiones del trabajo presentado y las principales aportaciones realizadas. A continuación se describen algunas de las líneas futuras de investigación que pueden derivarse del presente trabajo.

### 6.1 Conclusiones

Las personas encargadas de gestionar proyectos centrados en el usuario a menudo se encuentran con unos estándares demasiado especializados y restringidos que no facilitan su labor al resultar especialmente confusos. Mediante este trabajo se ha propuesto un producto que permita a personas no especializadas conocer las técnicas de usabilidad más apropiadas a aplicar en un proyecto con unas circunstancias concretas, de una forma clara y sencilla.

Para ello se ha creado STRUM, una herramienta que trata de ir más allá de la mera descripción de idoneidad de las técnicas de forma estática que se hace en documentos como la ISO/TR 16982, que incrementa de 12 a 42 el número de técnicas tratadas con respecto a esta ISO, y que incluye un sistema de gestión de proyectos que permite a los usuarios tener acceso a sus trabajos, pudiendo configurarlos en todo momento. Además, el usuario puede planificar y establecer hitos que la herramienta empleará para ofrecer recomendaciones según las fases en que se encuentre el proyecto, facilitando y automatizando la gestión de técnicas aplicadas.

Para la elaboración de este trabajo se comenzó por realizar un estudio de las herramientas disponibles actualmente que abordan el problema tratado. Se llegó a la conclusión de que éstas ofrecían una información demasiado heterogénea y en ocasiones atendían a aspectos ajenos a la inserción de diseño centro al usuario en los proyectos. Esto daba lugar a aplicaciones poco completas y difusas. Además, carecían de las citadas funciones de gestión de proyectos y automatismos de recomendación. A continuación se analizaron las posibles formas de abordar el problema, llegándose a la conclusión de la necesidad de definir unas tablas de valores de recomendación de técnicas. Esto supuso una fuerte componente de investigación para determinar el grado de idoneidad de cada técnica dadas unas restricciones u otras.

Una de las características principales de la herramienta propuesta es la posibilidad que se le da al usuario de expresar la incertidumbre de la aparición de alguna de las restricciones en el proyecto. Mediante el motor de recomendación, la herramienta valora la técnica de una forma global y es capaz de realizar recomendaciones basadas en estos valores generales de idoneidad. En cualquier momento el usuario puede modificar las restricciones y definirlas en caso de que las circunstancias del proyecto varíen. La puesta en práctica del algoritmo desarrollado ha permitido corroborar la hipótesis **HI** planteada durante la descripción de la herramienta y consistente en la posibilidad de obtener recomendaciones de técnicas a aplicar a partir de la definición de unas características de proyecto por parte del usuario, incluso existiendo incertidumbre.

Una vez determinada la forma de afrontar el problema, los objetivos de la herramienta y los aspectos en los que podría aportar a su resolución, se procedió a elicitar los requisitos funcionales y no funcionales de la misma. La herramienta ha sido diseñada acorde a ellos, buscando resultar altamente usable para los usuarios y guiándoles en la resolución de las tareas sin que les suponga un gran esfuerzo. Para ello, se han empleado tecnologías de diseño y desarrollo web que han garantizado la escalabilidad, eficiencia, y usabilidad de la herramienta. Debido a que se trata de una primera versión, se ha buscado la facilidad de modificación de la información a fin de realizar mejoras durante todo el proceso de desarrollo.



Se han tenido en cuenta demás aspectos actuales como la necesidad de contar con un diseño *responsive* que permite que la herramienta pueda ser usada en todo tipo de dispositivos sin que la interfaz se vea comprometida. Igualmente se ha tenido en cuenta la accesibilidad de la herramienta, con una paleta de colores de la interfaz que mantiene los contrastes para las personas con problemas de daltonismo. Para esto se ha hecho uso de plugins de simulación. A partir de diversos prototipos y pruebas unitarias, la herramienta se ha desarrollado y se ha puesto a prueba en un test de usuario en el cual se ha presentado a los participantes una serie de tareas a realizar.

Los resultados de este test han sido finalmente analizados y se ha extrapolado información sobre los puntos fuertes de la herramienta y aquellos que todavía pueden ser mejorados. Estos resultados han sido satisfactorios y los usuarios han remarcado su carácter usable y su facilidad de uso y aprendizaje, aspecto que, como se explicó al comienzo de este apartado, resulta de especial importancia. Esto implica la corroboración de la hipótesis **H2**, que proponía la creación de una herramienta con un grado de usabilidad aceptable que permitiera automatizar el proceso de gestión de proyectos y técnicas al usuario.

## **6.2 Trabajo futuro**

Si bien la herramienta cubre los objetivos definidos, todavía existen diversos aspectos en los que trabajar y mejoras que aplicar. A continuación se exponen algunas de las propuestas:

- Los distintos ficheros de código y la base de datos podrían subirse a un servidor online (gratuito o preferiblemente de pago, dado su servicio más fiable) de forma que estos sean accesibles desde cualquier dispositivo sin necesidad de tenerlos en el disco duro del ordenador.
- Proponer un proceso centrado en el propio usuario, con fases explícitas y secuenciamiento de actividades, productos intermedios y roles, o con características customizables.
- Añadir un tutorial interactivo básico de utilización de la herramienta que incluya explicaciones de cada uno de los elementos de la interfaz, en caso de que no resulten lo suficientemente claros.
- Ofrecer al usuario la posibilidad de seleccionar el tipo de ciclo de vida a emplear, en lugar del genérico utilizado en este trabajo. Esto implicaría una labor de investigación extensa al tratarse de un ciclo distinto del documentado en las distintas ISO.
- Incluir nuevas técnicas con su documentación y valores de recomendación. Esto no sería complicado gracias al diseño de la herramienta, que requiere solamente acceder al gestor de base de datos y modificar los campos de las tablas correspondientes.
- Añadir nuevos idiomas a la herramienta. Gracias al sistema de constantes empleado, sólo habría que incluir un nuevo fichero PHP de idioma con las sentencias traducidas al idioma deseado, así como el icono de la bandera en la esquina superior derecha.
- Incluir links de extensión de documentación de las técnicas en caso de que el usuario encuentre insuficiente la información aportada.
- Opción de exportación de datos de los proyectos gestionados en formato PDF para una información más completa y global de los diferentes proyectos de un mismo usuario.

Esta herramienta puede suponer la base de otras que conjuguen su simplicidad y eficacia con otras opciones más complejas, siempre relativas al incremento del grado de usabilidad del proyecto.



# Referencias

---

- [1] José A. Macías, Toni Granollers and Pedro Latorre. *New Trends on Human-Computer Interaction: Research, Development, New Tools and Methods*. Springer, 2009. ISBN: 978-1-84882-351-8. DOI: 10.1007/978-1-84882-352-5.
- [2] ISO/TR 16982-2002. *Ergonomics of human-system interaction – Usability methods supporting human-centered design*.
- [3] ISO 9241-210:2010. *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*.
- [4] Bevan N. *Usability Methods for User Centred Design*. *Human-Computer Interaction: Theory and Practice (Part 1), Volume 1 of the Proceedings of HCI International 2003*, 429-433. Lawrence Erlbaum.
- [5] Bevan N. *Criteria for selecting methods in user-centred design*. I-USED'09 Workshop, INTERACT 2009, Uppsala, Sweden.
- [6] User Experience Professionals' Association. 2012. *Usability Body Of Knowledge*. [ONLINE] Available at: <http://www.usabilitybok.org>. [Accessed 2 May 2016].228
- [7] Nigel Bevan. 2003. *Usability Net*. [ONLINE] Available at: <http://www.usabilitynet.org>. [Accessed 2 May 2016].
- [8] Foraker Labs of Boulder. 2015. *Usability First*. [ONLINE] Available at: <http://www.usabilityfirst.com/>. [Accessed 2 May 2016].
- [9] US Department of Health and Human Services. 2015. *Usability.gov*. [ONLINE] Available at: <http://www.usability.gov/>. [Accessed 2 May 2016].
- [10] Nielsen Norman Group. 2008. *Nielsen Norman Group*. [ONLINE] Available at: <https://www.nngroup.com/>. [Accessed 2 May 2016].
- [11] Nigel Bevan, Xavier Ferre, Tomás Antón Escobar. 2012. *Usability Planner*. [ONLINE] Available at: <http://www.usabilityplanner.org/>. [Accessed 2 May 2016].
- [12] Tomás Antón Escobar. (2012). *Usability Planner. Herramienta para la planificación de técnicas de usabilidad*. Trabajo de Fin de Carrera. Universidad Politécnica de Madrid.
- [13] Ferré, X. (2005). *Marco de Integración de la Usabilidad en el proceso de Desarrollo Software*. Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid.
- [14] Adobe. 2015. *Brackets*. [ONLINE] Available at: <http://brackets.io/>. [Accessed 15 May 2016].
- [15] Sergeche. 2015. *Emmet plugin for Brackets editor*. [ONLINE] Available at: <https://github.com/emmetio/brackets-emmet>. [Accessed 15 May 2016].
- [16] Refsnes Data. (2016). *W3Schools*. [ONLINE] Disponible en: <http://www.w3schools.com>. [Accessed Abril de 2016].
- [17] Stack Overflow. (2016). *Stack Overflow*. [ONLINE] Disponible en: <http://stackoverflow.com/>. [Accessed Abril de 2016].
- [18] Jorge Villalobos. 2010. *Comparación php, jsp y asp/asp.net*. [ONLINE] Available at: <http://codigoprogramacion.com/articulos/programacionweb/comparacion-php-jsp-asp.html>. [Accessed 15 May 2016].
- [19] Martín Iglesias. 2012. *Elegir entre PDO y Mysql para programación en PHP*. [ONLINE] Available at: <http://www.martiniglesias.eu/blog/elegir-entre-pdo-y-mysql-para-programacion-en-php/163>. [Accessed 15 May 2016].
- [20] Apache Friends. 2016. *XAMPP*. [ONLINE] Available at: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>. [Accessed 16 May 2016].

- [21] Flags are not languages. 2013. *Flags are not languages*. [ONLINE] Available at: <http://flagsarenolanguages.com/blog/2013/10/case-study-onefinestay-com-and-dropdown-language-selection/>. [Accessed 16 May 2016].
- [22] Clínica Baviera. 2014. *El Blog de la Oftalmología*. [ONLINE] Available at: <http://www.clinicabaviera.com/blog/salud-visual/tipos-de-daltonismo/>. [Accessed 12 May 2016].
- [23] Wikipedia. 2013. *Daltonismo*. [ONLINE] Available at: [https://es.wikipedia.org/wiki/Daltonismo#Tipos\\_de\\_daltonismo](https://es.wikipedia.org/wiki/Daltonismo#Tipos_de_daltonismo). [Accessed 12 May 2016].
- [24] Vischeck. 2012. *Color blind image correction*. [ONLINE] Available at: <http://www.vischeck.com/daltonize/>. [Accessed 12 May 2016].
- [25] Google Chrome Web Store. 2014. *Spectrum*. [ONLINE] Available at: <https://chrome.google.com/webstore/detail/spectrum/>. [Accessed 12 May 2016].
- [26] Colblindor. 2016. *Color Blindness Simulator*. [ONLINE] Available at: <http://www.color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator/>. [Accessed 12 May 2016].
- [27] Responsive Web Design Tester. 2015. *Responsive Web Design Tester*. [ONLINE] Available at: <http://responsivewebdesigntester.com/>. [Accessed 16 May 2016].
- [28] Hassan Montero, Yusef. Martín Fernández, Francisco J. (2004). *No Solo Usabilidad*. [ONLINE] Available at: <http://www.nosolousabilidad.com/>. [Accessed 12 Marzo 2016].
- [29] Michael O.Leavitt, Ben Schneiderman. *Research-Based Web Design & Usability Guidelines* (2007). Official U.S. Government edition, US.
- [30] John C.Psychological Bulletin. *The critical incident technique*. By Flanagan, Vol 51(4), Jul 1954, 327-358, USA.
- [31] Nail, O.,Gajardo, J.,y Muñoz, M.(2012). *La técnica de análisis de incidentes críticos: Una herramienta para la reflexión sobre prácticas docentes en convivencia escolar*. *Psicoperspectivas*, 1(2),56-76. Available at: <http://www.psicoperspectivas.cl>. [Accessed 13 Marzo 2016]
- [32] Kieras, D.E. *Model-based evaluation(in press)*. In J.Jacko & A.Sears (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook* (2nd Ed). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- [33] K.N. Plataniotis, C.S. Regazzoni (eds.), *Special Issue in Visual-centric Surveillance Networks and Services*, IEEE Signal Processing Magazine, 22(2), Marzo 2005.
- [34] Ericsson, K., & Simon, H. (1987). *Verbal reports on thinking*. In C. Faerch & G. Kasper (eds.). *Introspection in Second Language Research*. Clevedon, Avon: Multilingual Matters. pp. 24–54.
- [35] Lund, A.M. (2001) *Measuring Usability with the USE Questionnaire*. STC Usability SIG Newsletter, 8:2.

## Glosario

---

Usabilidad	Medida de la calidad de la experiencia que tiene un usuario cuando interactúa con un producto o sistema.
UCD	User-Centered Design. Filosofía de diseño que tiene por objetivo la creación de productos que resuelvan necesidades concretas de sus usuarios finales, consiguiendo la mayor satisfacción y mejor experiencia de uso posible con el mínimo esfuerzo de su parte.
IPO	Disciplina que estudia el intercambio de información mediante software entre las personas y las computadoras.
API	Application Programming Interface
Toolkit	Equipo de instrumentos, grupo de programas y rutinas que se utilizan como base para la programación de un sistema.
Open-source	Término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente.
Front-end	Aquellas tecnologías que corren del lado del cliente, es decir, todas aquellas tecnologías que corren del lado del navegador web.
Tips	Recomendaciones y explicaciones ofrecidas por el programa para ayudar al usuario a desempeñar una tarea.
User-friendly	Término empleado para referirse a un sistema fácil de entender y de utilizar.
Método/Técnica	En el campo de usabilidad, proceso a través del cual es posible incrementar el nivel de usabilidad de un sistema. En este trabajo son tratados de forma indistinta.
Plugin	Aplicación que añade una funcionalidad adicional o una nueva característica al software.
CSS	Lenguaje usado para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en HTML o XML.
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> . Lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web.
jQuery	Framework de JavaScript para facilitar funcionalidades como, el acceso a los elementos del DOM, efectos, o interacciones.
Javascript	Lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript.
PHP	Lenguaje de programación muy potente que, junto con HTML, permite crear sitios web dinámicos.
AJAX	<i>Asynchronous Javascript and XML</i> , es decir, Javascript y XML Asíncrono. Permite la interacción de código ejecutado en servidor con código en el cliente mediante llamadas Asíncronas.

## Anexos

### A Manual de instalación

En este anexo se explicará cómo instalar la herramienta y las acciones necesarias para comenzar a utilizarla.

#### **Descarga e instalación del software XAMPP**

Descargue el programa desde su página oficial:

<https://www.apachefriends.org/es/index.html>



**Figura A.1 – Sitio web de XAMPP**

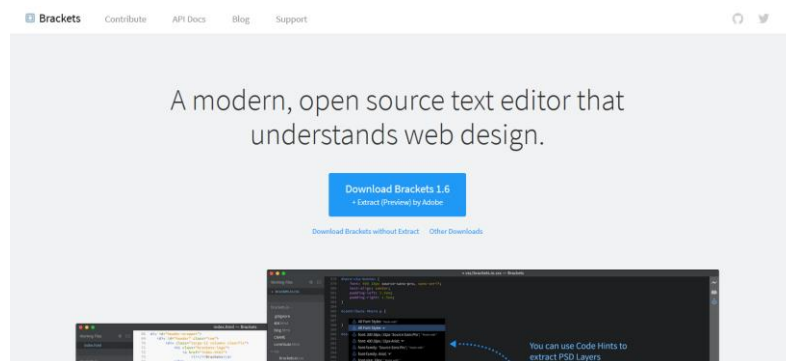
En el ayudante de instalación, deje las opciones por defecto. Esto le instalará además lo necesario para ejecutar código PHP.

La carpeta *xampp* se habrá creado en la raíz de su disco duro.

#### **Descarga e instalación del IDE Brackets**

Descargue el programa Brackets desde su página oficial:

<http://brackets.io/>



**Figura A.2 – Sitio web del IDE Brackets**

Instálelo dejando los ajustes por defecto.

Ejecute el programa XAMPP. Haga click en los botones de **Start** para los módulos de Apache y MySQL. Esto levantará el servidor Apache y activará el gestor de bases de datos.

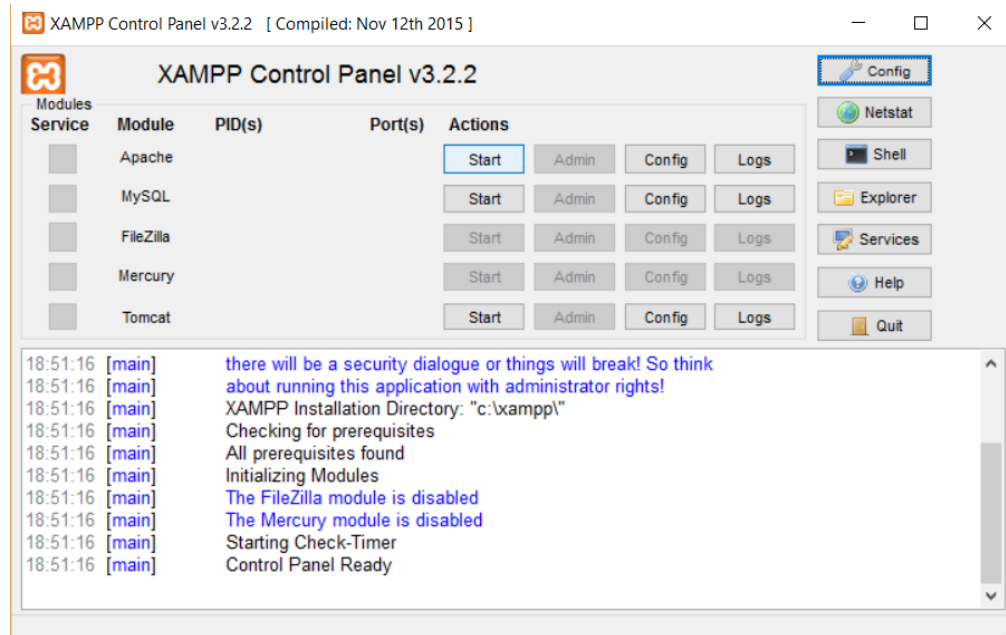


Figura A.3 – Interfaz de XAMPP

Al activarse el módulo de MySQL, pulse el botón **Admin** para acceder al gestor MyPHPAdmin.

### Importación de la base de datos

Seleccione el botón **Nueva** del menú de la izquierda.



Figura A.4 – Creación de base de datos en MyPHPAdmin

A continuación cree una base de datos con el nombre “*dbtfg*”.

Una vez situado en la nueva base de datos creada, seleccione la opción Importar del menú superior. Seleccione el fichero de base de datos *dbtfg.sql* y pulse el botón continuar de más abajo.

Importando en la base de datos "dbtfg"

**Archivo a importar:**

El archivo puede ser comprimido (gzip, bzip2, zip) o descomprimido.  
Un archivo comprimido tiene que terminar en **[formato].[compresión]**. Por ejemplo: **.sql.zip**

Buscar en su ordenador:   (Máximo: 2,048KB)

También puede arrastrar un archivo en cualquier página.

Conjunto de caracteres del archivo:

**Importación parcial:**

☒ Permitir la interrupción de una importación en caso que el script detecte que se ha acercado al límite de tiempo PHP. (Esto podrá dañar las transacciones.)

Omitir esta cantidad de consultas (en SQL) o líneas (en otros formatos) desde la primera:

**Otras opciones:**

☒ Habilite la revisión de las claves foráneas

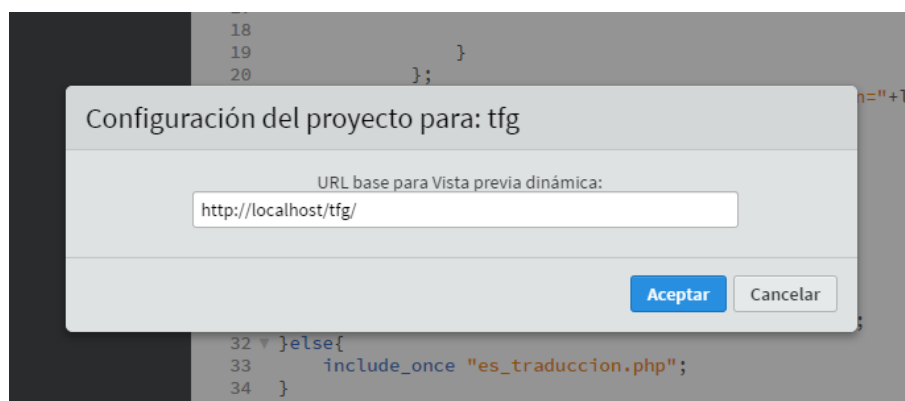
**Figura A.5 – Importación de la base de datos en el servidor**

La base de datos de la herramienta se habrá importado en su servidor.

### **Ejecución con Brackets**

Sitúe la carpeta con los ficheros del proyecto en la carpeta *xampp* → *htdocs*

Abra Brackets y pulse en Archivo → Configuración del Proyecto. Aparecerá una ventana emergente en la que deberá introducir lo siguiente:



**Figura A.6 – Configuración del proyecto en Brackets**

Siendo tfg el nombre de la carpeta donde se encuentren los ficheros.

Seleccione Archivo → Abrir Carpeta... y elija la carpeta donde tenga el código. Se importarán todos los ficheros.

Seleccione *inicioLogin.php* y pulse el botón de Generar Vista Previa Dinámica.



**Figura A.7 – Botón de Generación de Vista Previa Dinámica**

Se abrirá una ventana con la página de inicio de la herramienta. Ya puede utilizarla.

**Nota:** Para ejecutar el último paso es necesario que tenga instalado el navegador Chrome.

# B Descripción de herramientas del análisis competitivo

## Usability Body of Knowledge

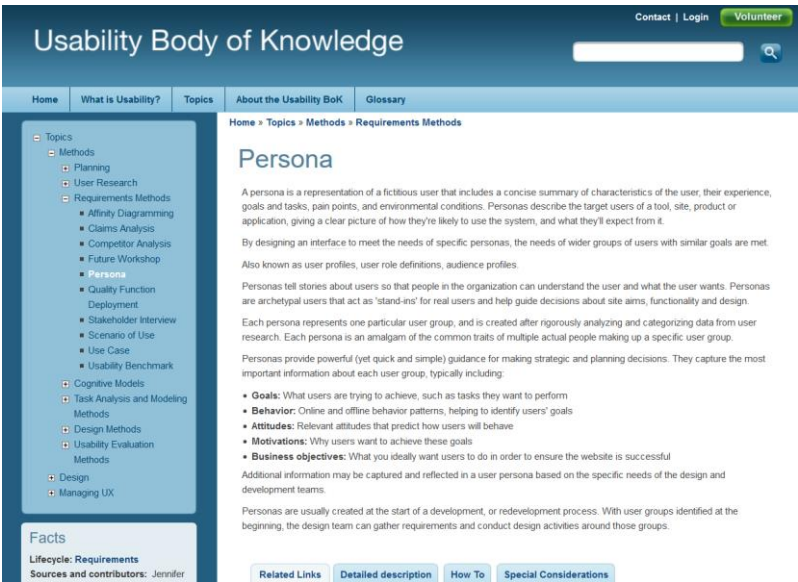


Figura B.1 - Interfaz de Usability Body of Knowledge

## Usability Net

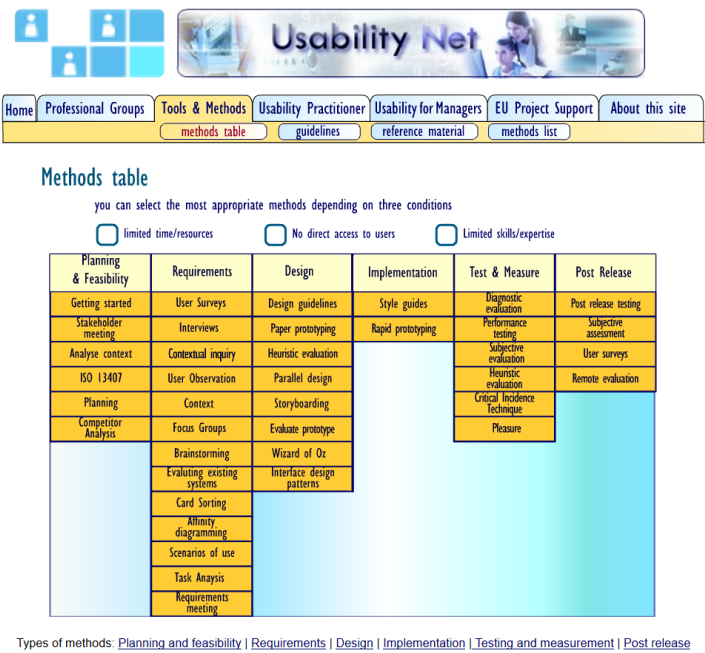


Figura B.2 - Interfaz de Usability Net



## Usability First

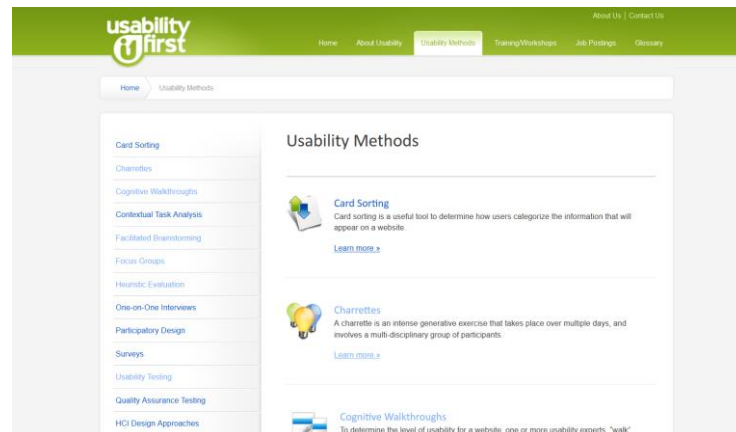


Figura B.3 - Interfaz de Usability First

## Usability.gov

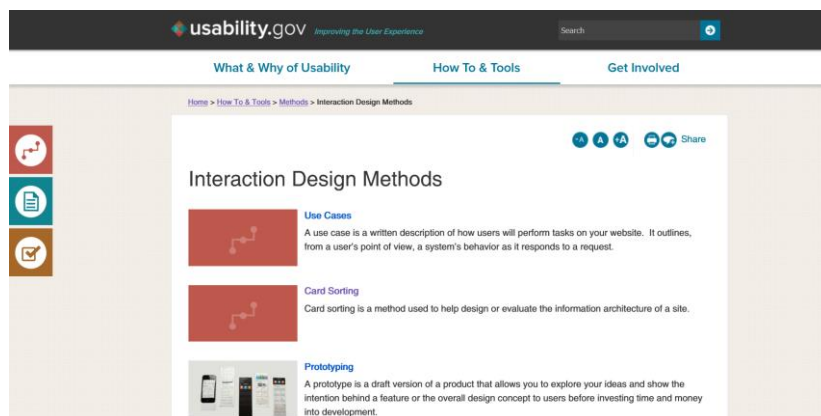


Figura B.4 - Interfaz de Usability.gov

## Nielsen and Norman Group

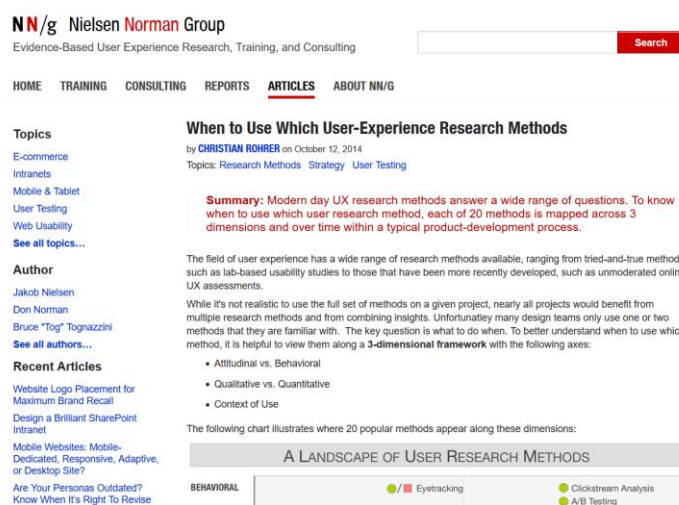


Figura B.5 - Interfaz de Nielsen and Norman Group

# Usability Planner

usability planner

Project stages

Methods

Your plan

All stages selectionStage by stage selectionOverview selection

How cost effective is each possible method likely to be?  
Specify the constraints that will influence which UCD methods are appropriate in your situation

Project constraints

☒ Need quick results  
☐ Very restricted budget  
☐ Usability important  
☒ Uncertain specification

User constraints

☐ Difficult to involve users  
☐ No access to users  
☒ Some users have disabilities  
☐ Mostly first time users

Task constraints

☐ Complex task  
☐ Many tasks  
☐ Safety or business critical system  
☐ Organisational changes needed

Product constraints

☐ Efficiency or accuracy is important  
☐ Adaptation of an existing system  
☐ A well understood product  
☐ Customisable product

1. Concept > 1.1 Envisioning opportunities

<input checked="" type="checkbox"/> Braindrawing	★★★★☆
<input checked="" type="checkbox"/> Brainstorming	★★★★☆
<input checked="" type="checkbox"/> Preliminary field visit	★★★★☆
<input checked="" type="checkbox"/> Photo study	★★★★☆
<input checked="" type="checkbox"/> Focus groups	★★★☆☆
<input checked="" type="checkbox"/> Future workshop	★☆☆☆☆
<input checked="" type="checkbox"/> Simulations of future working environments	★☆☆☆☆
<input checked="" type="checkbox"/> In-depth analysis of work and lifestyles	☆☆☆☆☆

1. Concept > 1.2 System scoping

★★★★☆

Figura B.6 - Interfaz de Usability Planner

## ***C Catálogo de técnicas tratadas en la herramienta***

Se incluyen las técnicas a partir de las cuales la herramienta efectúa recomendaciones, acompañadas de una breve descripción.

**Personas:** el propósito es la creación de representaciones realistas de la audiencia clave para referencias. La representación debe estar basada en una búsqueda de usuario y análisis de web tanto cualitativo como cuantitativo.

**Entrevistas:** el objetivo es conocer las impresiones de las personas. Al usuario se le plantea un conjunto de preguntas, en un lenguaje muy claro, sin ambigüedades, sobre comportamiento, actitud, pensamientos y sensaciones del usuario sobre un aspecto del sistema.

**Observación del Usuario:** implican un investigador que observa a los usuarios a medida que trabajan en un estudio de campo, y tomar notas sobre la actividad que se lleva a cabo. La observación puede ser directa, donde el investigador está realmente presente durante la tarea, o indirecta, donde la tarea es vista por algunos otros medios tales como mediante el uso de una grabadora de vídeo. El método es útil a principios de especificación de requisitos de usuario para la obtención de los datos cualitativos. También es útil para el estudio de las tareas y los procesos actualmente ejecutados.

**Prototipos de Papel:** se utilizan para clarificar los requisitos y habilitar los bocetos de diseño de interacción y los diseños de pantalla de permitiendo un muy rápido simulado y comprobaciones.

**Cuestionarios:** el objetivo es conocer las impresiones de las personas. Al usuario se le plantea un conjunto de preguntas, en un lenguaje muy claro, sin ambigüedades, sobre comportamiento, actitud, pensamientos y sensaciones del usuario sobre un aspecto del sistema.

**Retroalimentación del Usuario:** cuando se cuenta con servicio de atención en línea o de ayuda, la información recopilada acerca de las consultas de los usuarios resulta de gran utilidad a la hora de identificar y priorizar los problemas de usabilidad a tratar con mayor rapidez.

**Diagramas de Afinidad:** es un método participativo en el que los conceptos escritos en las tarjetas se clasifican en grupos relacionados y subgrupos. La intención original de diagramas de afinidad es ayudar a diagnosticar problemas complicados mediante la organización de los datos cualitativos para revelar los temas relacionados con los problemas.

**Escenarios de Tareas:** son descripciones de la interacción de uno o más usuarios con un sistema, dispositivo o proceso para lograr un objetivo en condiciones y limitaciones específicas. Proporcionan información sobre el contexto en el que un sistema tiene que funcionar.

**Investigación Etnográfica:** son apropiados para los esfuerzos cualitativos, orientados a la comprensión de las circunstancias y de los usuarios y clientes de entorno se dedican a la hora de tomar decisiones. También son muy importantes para la comprensión de los factores de localización con productos y servicios con un alcance internacional

**Investigación contextual:** es un método de entrevista semiestructurada para obtener información sobre el contexto de uso, donde a los usuarios se les pide en primer lugar responder a un conjunto de preguntas estándar y a continuación son observados e interrogados mientras trabajan en sus propios entornos.

**Modelos Cognitivos:** son formas de describir o predecir el rendimiento del usuario a través de una representación generalizada de la forma en que un tipo de usuario podría interactuar con un sistema. El modelo permite a un diseñador considerar las implicaciones de las decisiones de diseño (y el marco de posibles enfoques del diseño) antes de recibir retroalimentación directa del usuario.

**Card Sorting:** se utiliza para generar información sobre las asociaciones y agrupación de elementos de datos específicos por parte de los usuarios. A los participantes de un Card Sorting se les pide organizar los elementos individuales no clasificados, en grupos y, dependiendo de la técnica, también se les solicita definir etiquetas para los grupos.

**Storyboards:** es una técnica para ilustrar una interacción entre una persona y un producto (o varias personas y productos múltiples) en formato narrativo, que incluye una serie de dibujos, bocetos o dibujos y a veces palabras que cuentan una historia.

**Análisis de incidentes críticos:** método de recolección de datos de expertos en el dominio o los usuarios menos experimentados del sistema existente para adquirir conocimientos sobre cómo mejorar el rendimiento de los individuos involucrados.

**Tormenta de Ideas Visual:** consiste en un grupo de participantes que esboza ideas para diseños, iconos, diseños de pantalla, u otros conceptos visuales. Lo fundamental es dibujar de forma rápida y compartir los resultados con otros miembros del grupo. Al igual que otros métodos de ideación, la atención se centra en la cantidad de ideas generadas en lugar de la calidad.

**Evaluación Heurística:** un método de evaluación de la usabilidad en los que uno o más revisores, preferiblemente expertos, comparan la documentación, o producto de hardware o software con una lista de principios de diseño (comúnmente conocida como la heurística).

**Pensar en Voz Alta:** esta variante aporta a la realización de Test de Usabilidad la expresión del razonamiento interno del usuario, el conocimiento del cual puede ser clave para el análisis de los problemas de usabilidad identificados.

**Recorrido Pluralístico:** consiste en la realización de reuniones en las que los usuarios, desarrolladores y profesionales de la usabilidad realizan un recorrido de un escenario de trabajo, discutiendo y evaluando cada elemento de la interacción.

**Medidas Relativas al rendimiento:** la mayoría de las veces estos datos aportan información sobre métricas de rendimiento. Por ejemplo, ¿Cómo influye la colocación tecla de retroceso en la tasa de error? A menudo, estas métricas se utilizan como metas durante el diseño de un producto.

**Inspecciones colaborativas de Usabilidad:** el foco del diseño colaborativo es la rápida identificación de defectos en la usabilidad. Tiene características semejantes al recorrido pluralístico. Este método implica una relación cercada entre el usuario y los analistas.

**Guía de Estilo del Producto:** resumen las prácticas recomendadas y proporcionan una guía de alto y bajo nivel de utilidad en el diseño de interfaces usables. Dentro de las mismas, pueden aparecer referencias a otras guías más específicas como parte de los requisitos de usabilidad.

**Métodos Creativos:** son aquellos que buscan obtener información y especificaciones de una forma distinta a los demás métodos adquiriendo enfoques muy diversos. Permiten la colaboración con el usuario para la identificación de las especificaciones apropiadas. Tienen en cuenta aspectos de mayor nivel como aspectos organizacionales o sociales.

**Test de Usabilidad en Laboratorio:** se trata de una prueba de usabilidad remota asíncrona está basada en tareas, de manera que la plataforma permite capturar los clicks y los tiempos utilizados para completar las tareas. Por lo tanto, todo esto permite que muchas empresas entiendan cuáles son las verdaderas intenciones o qué buscan realmente los usuarios cuando visitan sus sitios web.

**Métodos Basados en Documentación:** son métodos no son especialmente costosos de aplicar tanto respecto al tiempo como al dinero que implican. Se basan en documentos que definen reglas y estándares. Su defecto es que podrían no ser lo suficientemente específicos como para detectar un problema en algún sistema complejo. Es positivo emplear este tipo de métodos cuando no se pueda contar con la colaboración de los usuarios finales, aunque será altamente recomendable tratar de validar las conclusiones obtenidas, aunque sea de forma remota u otras formas indirectas.

**Patrones de Diseño de la Interfaz:** presentan una solución a los problemas frecuentes que se dan en el diseño de interfaces. Los usuarios finales y los equipos de implementación de las interfaces tratan de realizar conceptualizaciones en términos de patrones de diseño de interfaz.

**HTA:** El Análisis de Tareas Jerárquico (*Hierarchical Task Analysis*) es un tipo de análisis de tareas ampliamente utilizado donde una tarea de alto nivel se descompone en una jerarquía de sub-tareas.

**Evaluación Experta:** Los métodos de Evaluación Experta utilizan el conocimiento de los profesionales en el campo de experiencia de usuario para la evaluación de la misma en el sistema. En comparación con los estudios de usuarios, la Evaluación Experta a menudo es más fácil de organizar.

**Especificaciones de Usabilidad:** representan el criterio de aceptación del sistema desde el punto de vista de su usabilidad. Se evalúan al final de cada ciclo del desarrollo,

estableciéndose cuánto progreso se ha hecho hacia el objetivo marcado de usabilidad. De esta forma, sirven como criterio para determinar cuándo se deja de iterar.

**Inspecciones:** es el nombre genérico para un conjunto de formas altamente rentables de evaluación de interfaces de usuario para encontrar problemas de usabilidad. Típicamente, están dirigida a encontrar problemas de usabilidad en un diseño, aunque algunos métodos también abordan cuestiones como la gravedad de los problemas de usabilidad y la facilidad de uso general de un diseño completo.

**Árboles de Menús:** son un tipo de método de especificación en los que se representa la estructura de árbol en la que está organizado un sistema de menús, mostrando las relaciones entre los distintos elementos de la jerarquía.

**JEM:** es un proceso estructurado para colaborar con los usuarios a fin de desarrollar especificaciones de requisitos de uso. Resulta útil para conseguir que todas las partes afectadas se involucren en el proyecto.

**Análisis de Impacto:** es una técnica que busca estimar con precisión el impacto y coste de las soluciones a los problemas de usabilidad identificados tras la aplicación de otras técnicas complementarias. Para ello proporciona un mecanismo de toma de decisiones estructurado para la asignación de prioridades a los problemas de usabilidad observados.

**Evaluación Automática:** se centra en el desarrollo de herramientas y técnicas para acelerar la evaluación de usabilidad (más rápida), llegando a un público más amplio para las pruebas de usabilidad (a distancia), y herramientas que cuentan con funciones de análisis (automatizadas).

**Perfiles de Usuario:** consisten en la caracterización de la población objetivo de un sistema que proporciona información acerca de los usuarios que sea útil en la toma de decisiones de diseño. Se trata de una técnica básica en cualquier desarrollo preocupado por la usabilidad, por lo que su aporte en este sentido es muy importante.

**Evaluación Basada en Modelos:** emplea un modelo de cómo un humano podría utilizar un sistema propuesto para obtener medidas de usabilidad estimado por medio de cálculo o simulación. Estas predicciones pueden reemplazar o complementar las mediciones empíricas obtenidas por pruebas de usuario. Además, el contenido del modelo mismo transmite información útil acerca de la relación entre la tarea del usuario y el diseño del sistema.

**Casos de Uso Esenciales:** ofrecen un modo de centrar las decisiones de la interacción entre el usuario y el sistema en los objetivos del usuario en los pasos que realiza, y en cómo el sistema da soporte a la toma de las decisiones del usuario en cada paso, mediante las respuestas que va ofreciendo.

**Análisis Competitivo:** se identifican las fortalezas y debilidades de los productos o servicios de la competencia antes de empezar a trabajar en prototipos. Se discuten las ventajas competitivas de cada producto, y se genera un breve resumen de la posición de mercado al final de la reunión.

**Diagramas de transición de estados de la interfaz:** en este tipo de diagramas los nodos representan estados de la interfaz o pantallas, y los arcos representan transiciones de estado basadas en las entradas. Estos diagramas pueden usarse para complementar las representaciones UAN, indicando secuenciamiento e información de estado o modo.

**Registro del Uso:** genera información objetiva y detallada sobre posibles problemas de usabilidad, funcionalidades con menos uso del esperado, o patrones de interacción que se repiten y que llevan a errores del usuario.

**Mapa de Roles de Usuario:** los roles de usuarios y sus relaciones se representan por medio de un Mapa de Roles de Usuario. Captura la visión general de los usuarios del sistema. Las relaciones que se representan pueden ser de afinidad, clasificación o de composición.

**Mapa de Navegación:** representa la arquitectura general de la interfaz de usuario modelando las relaciones entre contextos de interacción. Cada contexto se representa con un rectángulo y las flechas que los conectan representan posibles transiciones entre un espacio de interacción y otro.

**Organización de la Ayuda según Casos de Uso:** si los casos de uso esenciales han sido bien construidos, entonces reflejarán cómo los usuarios piensan y llevan a cabo su trabajo. Cada caso de uso se convierte en una entrada en el fichero de ayuda.

**Información Post-Test:** la mayor parte de planes de test incluyen una entrevista post-test con cada sujeto. Normalmente se agradece a los sujetos por su participación y se les reafirma acerca de su rendimiento.

## **D Otros enfoques estudiados**

A continuación se explican brevemente otras soluciones estudiadas para la herramienta durante el proceso de definición del formalismo científico, describiendo sus principales características y justificando el motivo de su desestimación.

### **Reconocimiento de Patrones**

En un principio se consideró que esta opción sería posible y viable si el espacio de soluciones coincidiera con el conjunto de entrenamiento. Serían necesarios cinco sets de entrenamiento, uno de para fase del ciclo de vida, de modo que se realizaran las posibles inferencias utilizando un set u otro en función de la fase.

Modelando el **sí** como 1, el **no** como 0 y el **no sé** como 2, se tendría como entrada una matriz del estilo 00101011102011010 (19 restricciones, sin reducir todavía), pudiéndose aplicar algoritmos como la Distancia de Hamming o la Distancia de Levensthein para reconocer patrones y determinar qué valor debería corresponder a las restricciones valoradas como **no sé**.

Sería necesaria la creación del espacio de soluciones, para cada combinación de restricciones, determinando el grado de recomendación de un método en función de las mismas. Tras un estudio de viabilidad, se llegó a la conclusión de que si a partir de las características del proyecto se buscaba refinar la valoración que se da a un método para cierta fase del ciclo del software, al existir diecisiete restricciones posibles (tras una simplificación de las entradas eliminando las restricciones excluyentes de la ISO), se trataría de vectores de 17 elementos, pudiendo ser estos 1 ó 0, es decir: 2 elevado a 17 posibles vectores. Esto son 131072 variaciones con su correspondiente resultado de recomendación, lo cual resulta un número demasiado elevado para su creación manual basada en el estudio de documentación, llevándonos a desestimar esta opción.

### **Árboles de Decisión**

Se realizó un estudio breve de las posibles opciones para algoritmos de árboles de decisión para manejo de incertidumbre y clasificación. Concretamente ID3 y C4.5.

Estos se emplean para determinar la clase a la que pertenece un elemento de forma binaria a partir de observar “patrones” entre los otros elementos de los que sí se tienen datos.

Sin embargo, la herramienta iría en la dirección de determinar si una característica del proyecto marcada con **no sé** tendería a ser 1 ó 0 en función de las otras características del proyecto que el usuario ha introducido. Esto no resultaría una solución válida para nuestro problema, al ser el objetivo la obtención de un valor de recomendación del método entre 1 y 5, no binario.

### **Recomendación basada íntegramente en la ISO/TR 16982**

Este enfoque implicaría emular la forma de recomendación descrita en la ISO/TR 16982. La técnica tiene asignada una según la etapa del ciclo de vida en que se pretenda aplicar. Este valor tiene una mayor importancia, y se refina mediante la introducción de



restricciones del proyecto por parte del usuario. Se observó que en la tabla aportada por la ISO se muestran las influencias de las características del proyecto en la recomendación final cuando **sí** se dan. En caso contrario, este documento no aporta información. Las posibilidades estudiadas para afrontar esta cuestión fueron:

- **Ignorar ese valor:** cuando el usuario lo marque como **no**, la estimación de idoneidad de la técnica no será tomada en cuenta. Esto implicaría tratar de igual manera el **no** que el **no sé**. Haciendo algunas pruebas para casos concretos, observamos que no es lo mismo y que no son intercambiables. En ocasiones el **no** implica restricciones importantes a la hora de elegir o no un método, mientras que el **no sé** implica no poder descartar opciones.
- **Tratarlo como el valor invertido:** esta opción daría lugar a resultados incorrectos ya que el hecho de que una restricción no se dé no tiene que implicar que deje de ser recomendable un método (que puede tener otros aspectos positivos y valorables pese a no darse la circunstancia de la restricción).

Se planteó la posibilidad de tratar las distintas recomendaciones de la ISO mediante un sistema de jerarquía y restricciones basado en las indicaciones de la misma para definir métodos recomendables, neutros, o no aplicables. El criterio a seguir sería:

- Para casos poco alejados tendrá más influencia la mayor restricción.
- En casos extremos de recomendación (valores opuestos), el resultado será la media de los mismos.
- Si aparece el elemento neutro, el resultado será el otro elemento.

Sin embargo, este enfoque resulta demasiado simplista, no teniendo en cuenta valores concretos de recomendaciones y restringiendo altamente la versatilidad de las mismas.

## ***E Preguntas del cuestionario de restricciones***

Las preguntas que el usuario deberá responder para especificar las restricciones del proyecto a gestionar están estructuradas en secciones, siendo estas:

### ***Restricciones del Proyecto***

- ¿El calendario del proyecto es ajustado?
- ¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados?
- ¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto?
- ¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuanto antes?
- ¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo?

### ***Restricciones del Usuario***

- ¿El usuario es accesible y puede involucrarse?
- ¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa?

### ***Restricciones de la Tarea***

- ¿La tarea a realizar es de gran complejidad?
- ¿Cometer errores durante la utilización de la herramienta puede tener graves consecuencias?
- ¿La tarea es completamente nueva para los usuarios?
- ¿Existe un gran rango de tareas a realizar?
- ¿El proyecto implicará cambios organizativos o técnicos de importancia?
- ¿Es de especial importancia la exactitud y rapidez en la interacción con el producto?

### ***Restricciones del producto***

- ¿El producto es una adaptación de otro producto o sistema ya existente?
- ¿El producto es sencillo y está bien entendido?
- ¿Se espera una gran adaptabilidad del producto, siendo posible su configuración para entornos específicos?

### ***Restricciones de habilidades***

- ¿Se cuenta con la colaboración de expertos en el campo de la ergonomía y usabilidad?

## F Tablas del motor de recomendación

Se incluyen las tablas de evaluación de técnicas creadas para el motor de recomendación.

	Acquisition - Supply	Development - Requirements Analysis	Development - Architectural Design	Development - Qualification testing	Maintenance - Operation
Observacion de Usuarios	5	5	4	4	4
Medidas relativas al rendimiento	3	4	5	5	4
Análisis de Incidentes Críticos	3	4	3	4	4
Cuestionarios	4	5	4	5	4
Entrevistas	4	5	4	5	4
Pensar en voz alta	2	4	5	4	3
Diseño Colaborativo	5	4	4	4	4
Métodos Creativos	4	4	5	3	3
Métodos basados en documentación	5	4	5	4	3
Metodología Basada en Modelos	3	4	4	4	3
Evaluación Experta	4	5	4	4	4
Evaluación Automática	3	3	4	4	3
Personas	5	5	4	3	3
Casos de Uso Esenciales	4	5	3	3	4
Especificaciones de Usabilidad	4	5	4	5	3
Card Sorting	5	5	4	3	4
Escenarios y Storyboards	4	5	3	2	3
Prototipos de Papel	5	5	4	3	4
Árboles de Menús	4	4	5	4	4
Inspecciones	4	5	3	5	4
Retroalimentación del usuario	2	2	2	5	5
Mapa de Roles de Usuario	5	5	3	3	3
Perfiles de Usuario	5	4	4	3	4
Escenarios de Tareas	4	4	3	3	3
HTA	5	4	2	2	2
Análisis Competitivo	4	5	3	3	4
Diagramas de Afinidad	4	5	2	2	3
Investigación Contextual	4	5	2	2	4
JEM	4	4	4	4	4
Observación Etnográfica	4	5	2	2	3
Tormenta de Ideas Visual	4	5	2	2	3
Diagramas de Transición de estados de la	3	4	4	2	3
Guía de Estilo del Producto	2	2	5	3	3
Mapa de Navegación	4	3	4	3	3
Modelo del contenido de la Interfaz	2	2	5	4	4
Análisis de Impacto	2	2	4	4	4
Organización de la Ayuda según casos de	3	3	4	3	3
Evaluación Heurística	4	5	4	5	4
Recorrido Cognitivo	4	5	4	5	4
Recorrido Pluralístico	5	5	4	5	4
Información Post-Test	2	2	3	5	4
Test de Usabilidad en Laboratorio	2	2	3	4	3
Registro del Uso	2	2	4	5	5

Figura F.1 – Tabla de valores de fase

Observación de Usuarios	2	3	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Medidas relativas al rendimiento	1	2	5	3	4	4	4	4	4	4	5	5	0	3	4	4	4	4	5
Análisis de Incidentes Críticos	1	2	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	5
Cuestionarios	2	3	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	4	4	4	4	5
Entrevistas	1	2	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5
Pensar en voz alta	2	2	4	3	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Diseño Colaborativo	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Métodos Creativos	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Métodos basados en documentación	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Metodología Basada en Modelos	2	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Evaluación Experta	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Evaluación Automática	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5
Personas	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Casos de Uso Esenciales	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5
Especificaciones de Usabilidad	2	3	5	3	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Card Sorting	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	3	3	5	4	4	4	4	4	5
Escenarios y Storyboards	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Prototipos de Papel	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Arboles de Menús	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5
Inspecciones	1	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3	3	5	4	4	4	4	4	5
Retroalimentación del usuario	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Mapa de Roles de Usuario	5	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Perfiles de Usuario	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Escenarios de Tareas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
HTA	3	0	4	3	2	2	2	2	2	2	3	3	0	4	4	4	4	4	4
Análisis Competitivo	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
Diagramas de Afinidad	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Investigación Contextual	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
JEM	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Observación Etnográfica	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Toma de Ideas Visual	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Diagramas de Transición de estados de la Interfaz	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5
Guía de Estilo del Producto	1	1	4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Mapa de Navegación	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Modelo del contenido de la Interfaz	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Análisis de Impacto	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5
Organización de la Ayuda según casos de Uso	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5
Evaluación Heurística	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5
Recordo Cognitivo	3	4	4	2	3	3	3	3	3	3	4	4	0	3	3	3	3	3	4
Recordo Pluraisico	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Información Post-Test	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
Test de Usabilidad en Laboratorio	2	1	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Registro del Uso	2	3	4	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5

Figura F.2 – Tabla sí

Observación de Usuarios	5	4	4	5	4	0	4	3	4	3	4	5	4	2	5	4	4	4
Medidas relativas al rendimiento	5	4	4	5	5	0	4	3	3	3	4	4	4	2	5	5	5	2
Análisis de Incidentes Críticos	4	5	4	4	5	0	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4
Cuestionarios	4	5	4	3	4	0	4	3	3	3	3	4	5	4	4	5	3	4
Entrevistas	5	4	4	3	5	0	4	3	3	3	3	5	4	4	4	4	3	2
Pensar en voz alta	5	4	4	3	3	0	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4
Diseño Colaborativo	4	4	4	3	3	0	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
Métodos Creativos	4	4	4	3	4	0	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4
Métodos basados en documentación	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Metodología Basada en Modelos	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1
Evaluación Experta	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	0
Evaluación Automática	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	1
Personas	4	4	4	3	3	5	3	3	3	3	3	2	3	3	5	5	3	3
Casos de Uso Esenciales	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Especificaciones de Usabilidad	5	4	5	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	5
Card Sorting	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3
Escenarios y Storyboards	4	4	4	4	3	2	4	4	2	3	2	4	4	4	4	3	3	2
Prototipos de Papel	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Árboles de Menús	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	2	5	4	4	4	4	5	2
Inspecciones	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4
Retroalimentación del usuario	5	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
Mapa de Roles de Usuario	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	4	3	3	3	3	3	5
Perfiles de Usuario	5	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	5	3
Escenarios de Tareas	3	3	3	3	3	1	0	4	3	3	2	4	4	3	4	4	3	2
HTA	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	0	4	4	3
Análisis Competitivo	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3
Diagramas de Afinidad	4	5	5	4	4	0	4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
Investigación Contextual	4	5	4	4	3	0	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	3
JEM	4	4	4	3	3	0	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	2
Observación Etnográfica	3	4	4	3	3	0	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	2
Tormenta de Ideas Visual	4	5	4	4	4	0	4	4	4	4	3	3	4	4	3	5	4	5
Diagramas de Transición de estados de la Interf	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	5	3
Guía de Estilo del Producto	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	5	2
Mapa de Navegación	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3
Modelo del contenido de la Interfaz	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	2	4	4	3	3	2	4	3
Análisis de Impacto	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	2	4	4
Organización de la Ayuda según casos de Uso	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	2
Evaluación Heurística	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	0
Recomiendo Cognitivo	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	2	4	0
Recomiendo Pluralístico	4	4	4	4	3	0	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5
Información Post-Test	4	4	4	4	3	0	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3
Test de Usabilidad en Laboratorio	3	3	4	2	3	0	3	3	3	2	2	3	3	1	4	4	4	3
Registro del Uso	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	2	4	2	3	4	4	0

Figura F.3 – Tabla no



## G Agrupación de técnicas en caso de incertidumbre

Se muestra la agrupación de técnicas en función de su valoración global para el caso en que el usuario ha especificado que no sabe si se dará o no una restricción.

La clase 4 corresponde a los métodos cuya valoración general a emplear en el algoritmo será 4. Lo mismo ocurre con las clases 3 y 2 respectivamente.

Agrupación para NO SE					
	SI	NO	SUMA		
Retroalimentación del usuario	75	63	138	CLASE 4	
Card Sorting	73	64	137		
Observación de Usuarios	70	65	135		
Prototipos de Papel	73	62	135		
Diagramas de Afinidad	69	65	134		
Investigación Contextual	72	59	131		
Tormenta de Ideas Visual	67	64	131		
Entrevistas	68	62	130		
Cuestionarios	69	60	129		
Metodos Basados en Documentacion	66	62	128		
Medidas relativas al rendimiento	67	60	127	CLASE 3	
Diseño colaborativo	70	57	127		
Información Post-Test	70	56	126		
Casos de Uso Esenciales	64	61	125		
Evaluación Experta	68	58	126		
Inspecciones	62	62	124		
Árboles de Menús	61	64	125		
Análisis Competitivo	61	63	124		
Diagramas de Transición de estados de la Interfaz	61	62	123		
Perfiles de Usuario	60	61	121		
Recorrido Pluralístico	66	55	121		
Metodos basados en Modelos	59	61	120		
Metodos creativos	62	58	120		
JEM	67	53	120		
Escenarios y Storyboards	67	52	119		
Personas	62	56	118		
Análisis de Incidentes Críticos	62	56	118		
Pensar en Voz Alta	60	58	118		
Especificaciones de Usabilidad	61	57	118		
Evaluación Heurística	62	55	117		
Evaluación Automática	56	60	116	CLASE 2	
Organización de la Ayuda según casos de Uso	59	56	115		
Análisis de Impacto	57	57	114		
Mapa de Roles de Usuario	54	57	111		
Modelo del contenido de la Interfaz	56	55	111		
Observación Etnográfica	59	51	110		
Escenarios de Tareas	60	48	108		
Registro del Uso	58	50	108		
Mapa de Navegación	54	53	107		
Recorrido Cognitivo	55	52	107		
Test de Usabilidad en Laboratorio	59	45	104		
Guía de Estilo del Producto	49	52	101		
HTA	49	51	100		

Valor Maximo 138

Valor Minimo 100

Diferencia 38

Rango para tres clases 12,666667

Figura G.1 – Clasificación de técnicas en caso de incertidumbre

## H Diagrama entidad/relación de la base de datos

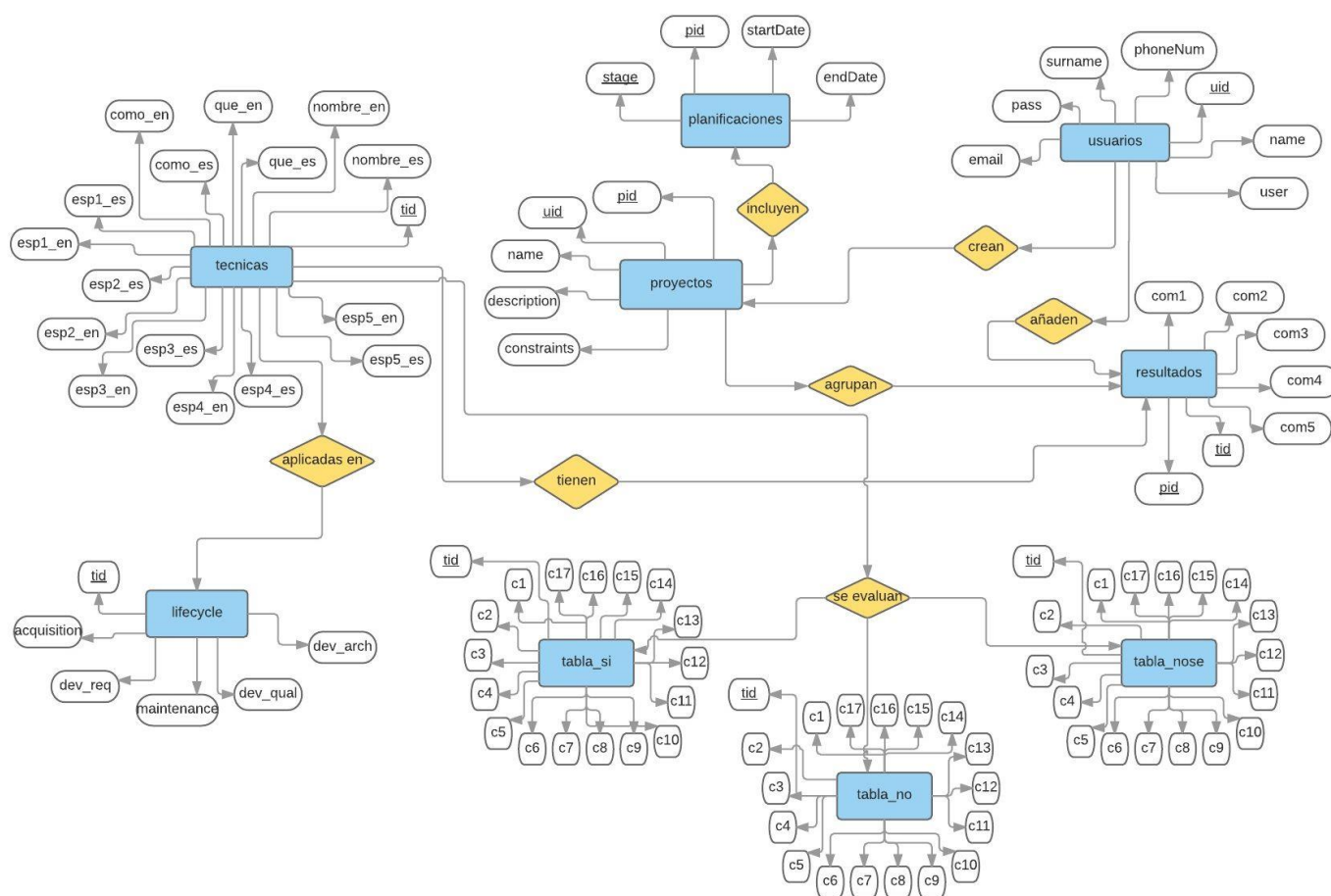


Figura H.1 - Diagrama entidad/relación de la base de datos



## I Esquema relacional de la base de datos

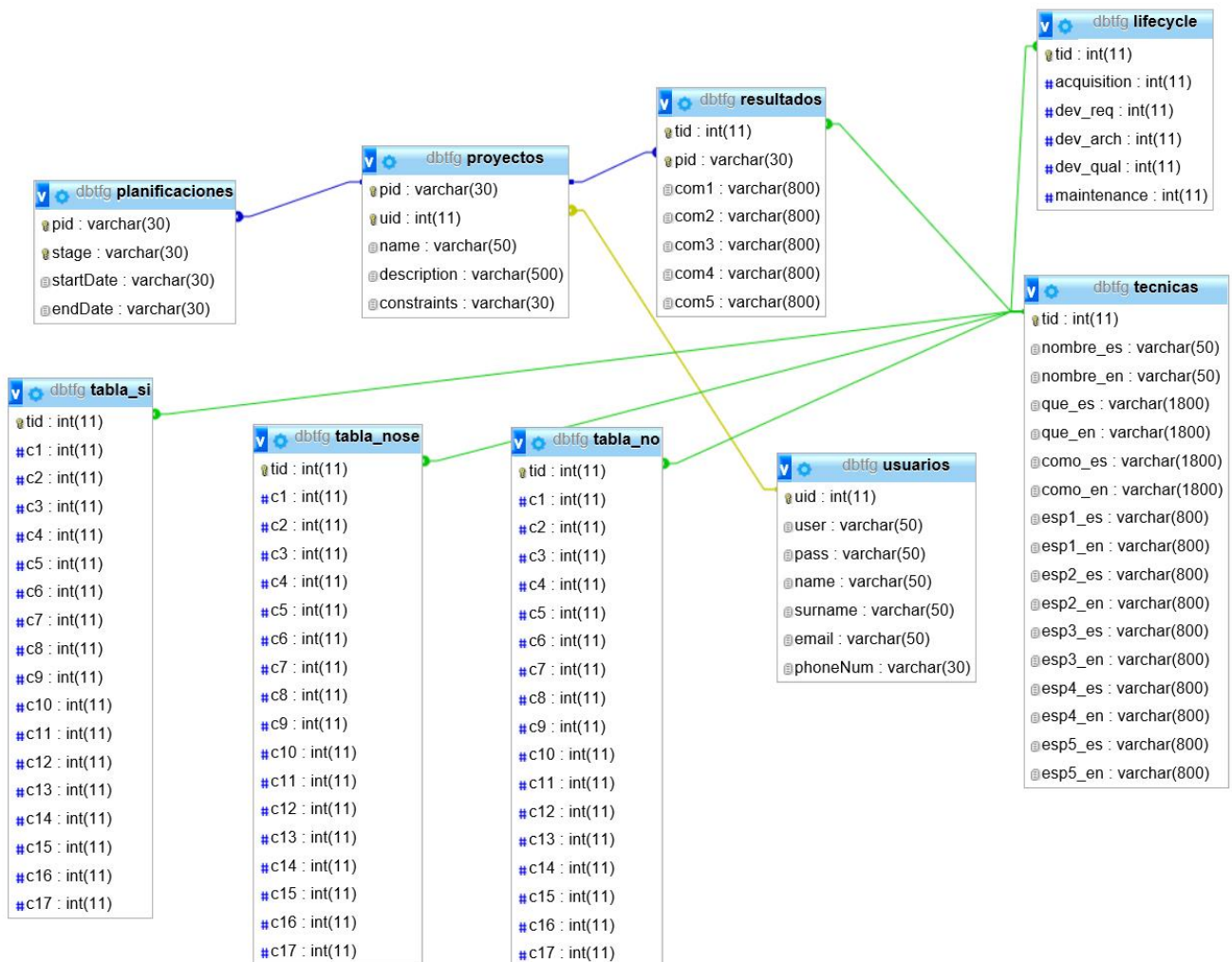


Figura I.1 – Esquema relacional de la base de datos

## ***J Interfaces y salidas de los prototipos desarrollados***

Los valores de los metodos son: [380, 284, 268, 296]

Los valores ponderados son: [80, 59, 56, 62]

La lista completa de ponderaciones con respecto de lo máximo posible es:

\*\*\*\*\*

Observation of users: 80%

Performance-related measurements: 59%

Critical incidents analysis: 56%

Questionnaires: 62%

\*\*\*\*\*

El metodo mas recomendado es: Observation of users (80%)

**Figura J.1 – Resultado del primer prototipo**

**SWT Application**

## Configuration Menu

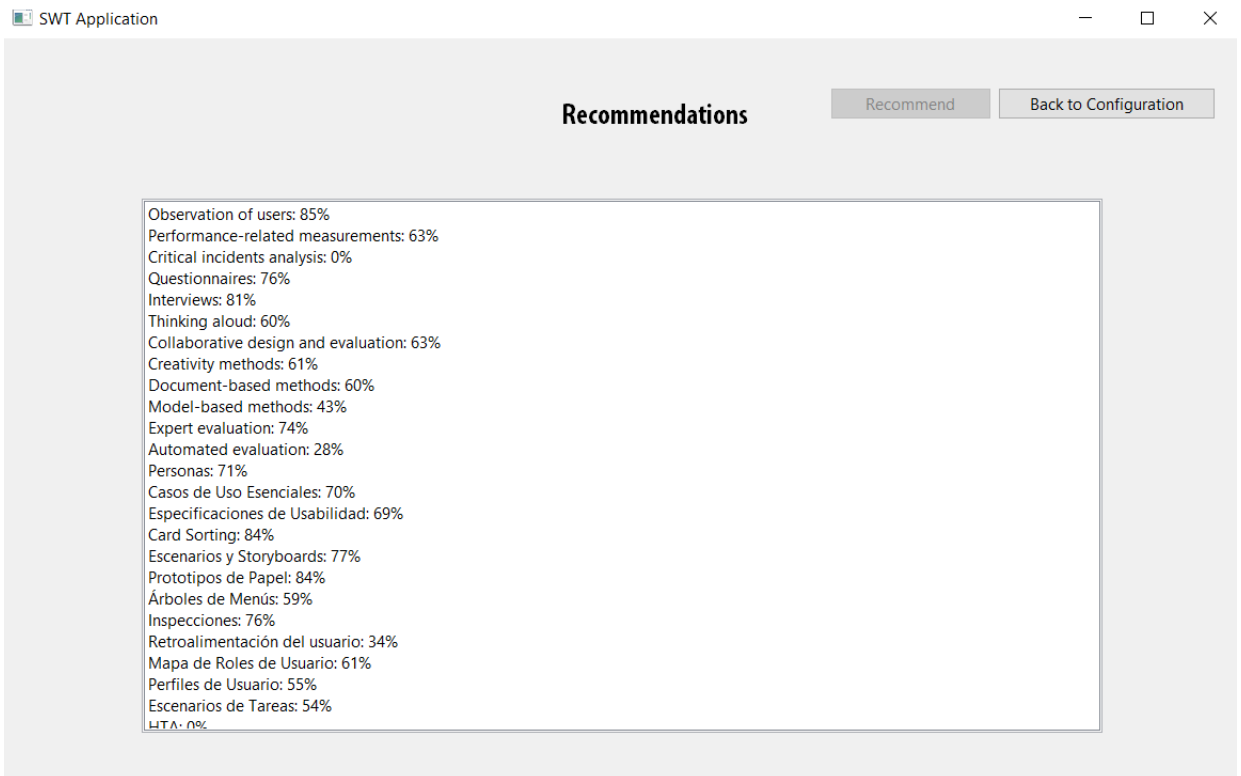
Select the stage: Development - Requirements Analysis

[Recommend](#) [Back to Configuration](#)

Select according to your project constraints:

	YES	NO	I DON'T KNOW		YES	NO	I DON'T KNOW
Very tight time-scale	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	The task is completely new to the users	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cost/price control	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	There is a wide task spectrum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
High quality level of the product to be delivered as the dominant requirement	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	There are major changes in organization/jobs/technical	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Need for an early information/feedback/diagnosis	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	There are high levels of time and accuracy constraints for interaction	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Highly evolving specifications	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Adaptation of an already existing system/product	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
User can be involved/accessed	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Limited and simple well-understood product	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
User has a significant disability	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	High degree of adaptability of the product (customisable product)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
The task is highly complex	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	The designer/appraiser has access to extensive ergonomic/human-factors skills/expertise	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errors can lead to severe consequences	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>				

**Figura J.2 – Selección de restricciones en el segundo prototipo**



**Figura J.3 – Resultado del segundo prototipo**

## ***K Ejemplos de maquetas de la herramienta***

Se muestran las maquetas realizadas previamente al desarrollo de la interfaz web de la herramienta y que sirvieron de guía para tal propósito:

The wireframe shows a web page layout. At the top right is a link labeled 'Idioma'. Below this is a blue header bar with the text 'Usability Project' centered. The main content area has a light blue background. In the center is a white login box with a dark blue header 'Log In'. Inside the box are labels 'Usuario' and 'Contraseña' above input fields. The first input field contains the placeholder text 'Nombre usuario'. The second input field contains the placeholder text 'Contraseña'. Below the fields is a green 'Log In' button. Underneath the login box is the text '¿Nuevo Usuario?' followed by a blue link '¡Registrar!'. At the bottom of the page is a blue footer bar with the text 'Usability Project, 2016'.

**Figura K.1 – Maqueta de pantalla de Log In**

Idioma	
Lista de Proyectos	
LogOut	Lista de Proyectos
<p>Mis Proyectos</p> <div> <p><b>Proyecto 1</b></p> <p>ID: P_01</p> <p>Descripción: Proyecto de test</p> <p>Fase: Diseño e Implementacion</p> <p>75%</p> <p>Configurar Seguimiento Eliminar</p> </div> <div> <p><b>Proyecto 2</b></p> <p>ID: P_02</p> <p>Descripción: Otro proyecto de test</p> <p>Fase: Mantenimiento</p> <p>25%</p> <p>Configurar Seguimiento Eliminar</p> </div> <p>Nuevo Proyecto</p>	
Usability Project, 2016	

**Figura K.2 – Maqueta de pantalla de Lista de Proyectos**

Idioma			
Nuevo Proyecto			
LogOut	Lista de Proyectos	Datos de Proyecto	
<p>Datos del proyecto</p> <p>Nombre</p> <p>ID</p> <p>Descripción</p> <p>Planificación</p> <p>Adquisición y Suministro</p> <p>Análisis de Requisitos</p> <p>Cancelar Guardar y volver Modificar Restricciones</p>			
Usability Project, 2016			

**Figura K.3 – Maqueta de pantalla de Nuevo Proyecto**

Idioma

Proyecto - Restricciones

LogOut

Lista de Proyectos

Datos de Proyecto

Responda a las siguientes cuestiones:

Restricciones de Proyecto

¿El calendario del proyecto es ajustado?

SI

NO

NO SÉ

Restricciones de Usuario

¿El usuario es accesible y puede involucrarse?

SI

NO

NO SÉ

Cancelar

Confirmar

Usability Project, 2016

**Figura K.4 – Maqueta de pantalla de Modificación de Restricciones**

Idioma

Proyecto - Seguimiento

LogOut

Lista de Proyectos

Datos de Proyecto

Recomendaciones para la fase: Diseño e implementación

Cambiar de fase

Recomendación de Métodos

Recomendados	Neutros	No recomendados
Observación de usuarios	✓ Inspecciones	HTA
Card Sorting	Casos de Uso esenciales	Registro de Uso
✓ Entrevistas		

Listado técnicas aplicadas

Entrevistas

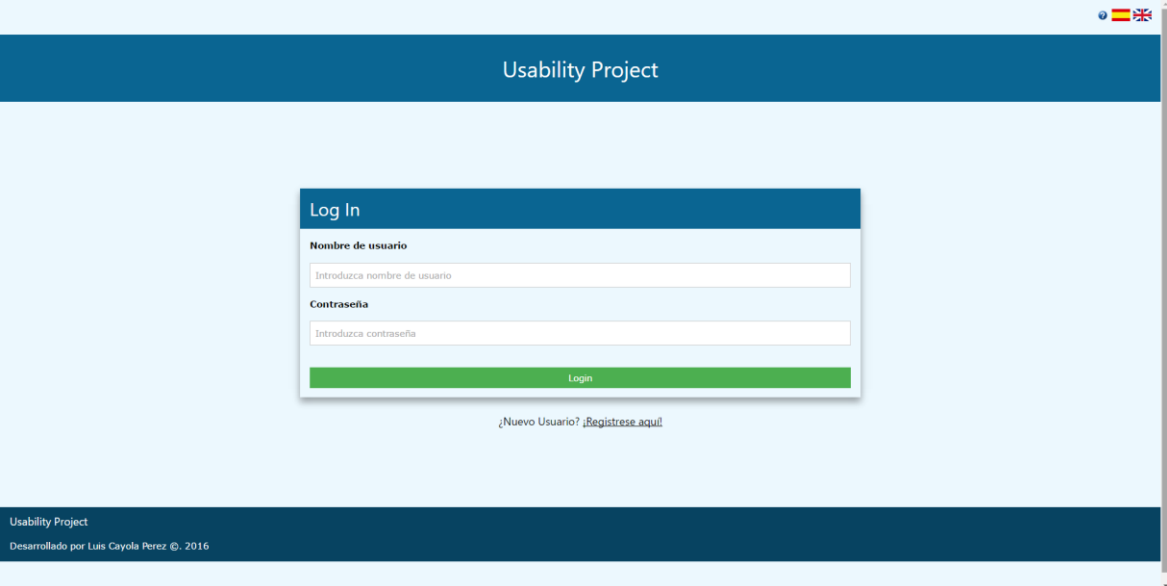
Inspecciones

Usability Project, 2016

**Figura K.5 – Maqueta de pantalla de Seguimiento**

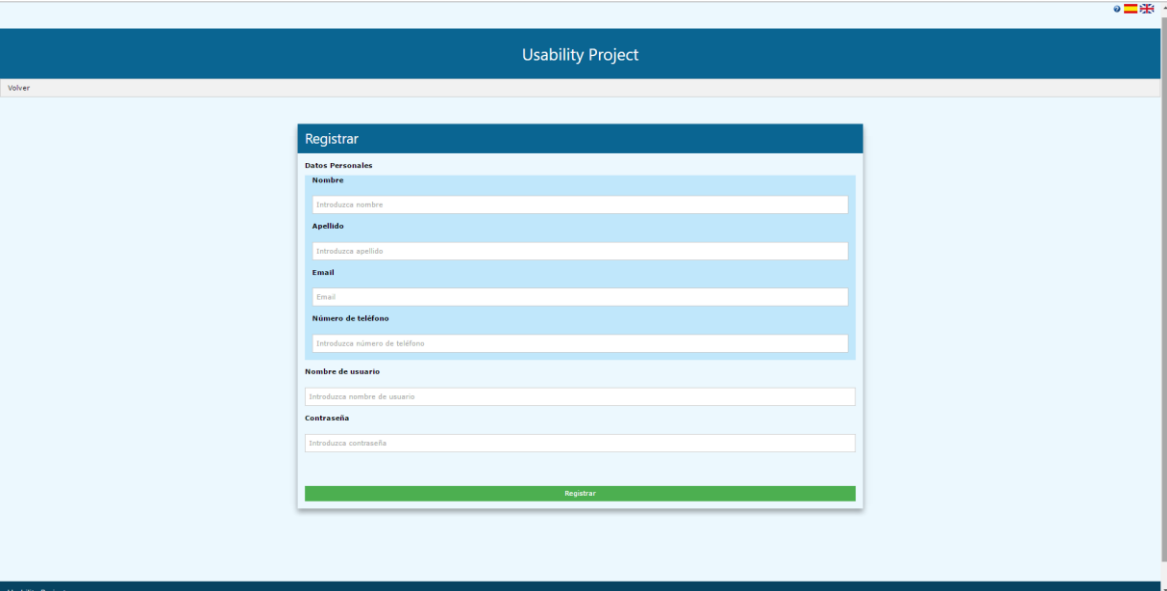
## ***L Pantallas de la interfaz de la herramienta***

Se incluye el resto de capturas de las pantallas de la interfaz de STRUM.



The screenshot shows a web browser window with the title "Usability Project". The page has a dark blue header with the text "Usability Project" and a small language selector in the top right corner. The main content area is light blue. In the center, there is a white box with a dark blue header labeled "Log In". Inside this box, there are two input fields: "Nombre de usuario" (Username) and "Contraseña" (Password), both with placeholder text "Introduzca nombre de usuario" and "Introduzca contraseña" respectively. Below these fields is a green button labeled "Login". Underneath the login box, there is a link that says "¿Nuevo Usuario? ¡Regístrese aquí!". At the bottom of the page, there is a dark blue footer with the text "Usability Project" and "Desarrollado por Luis Cayola Perez ©. 2016".

**Figura L.1 – Pantalla de Log In**



The screenshot shows a web browser window with the title "Usability Project". The page has a dark blue header with the text "Usability Project" and a small language selector in the top right corner. The main content area is light blue. In the center, there is a white box with a dark blue header labeled "Registrar". Inside this box, there are several input fields grouped under the heading "Datos Personales": "Nombre" (Name), "Apellido" (Surname), "Email", and "Número de teléfono" (Phone number). Each of these fields has a placeholder text "Introduzca nombre", "Introduzca apellido", "Email", and "Introduzca número de teléfono" respectively. Below these fields, there are two more input fields: "Nombre de usuario" (Username) and "Contraseña" (Password), with placeholder text "Introduzca nombre de usuario" and "Introduzca contraseña" respectively. At the bottom of the registration box is a green button labeled "Registrar". At the top left of the main content area, there is a link that says "Volver". At the bottom of the page, there is a dark blue footer with the text "Usability Project".

**Figura L.2 – Pantalla de Registro**

The screenshot shows the bottom section of a web application for creating a new project. It features a vertical list of project phases: Planificación, Adquisición y Suministro, Análisis de Requisitos, Diseño e Implementación, Evaluación y Pruebas, and Mantenimiento. The 'Adquisición y Suministro' and 'Diseño e Implementación' sections are expanded, each containing input fields for 'Fecha de Inicio' and 'Fecha de Finalización' with a 'DD/MM/YY' placeholder. At the bottom, there are three buttons: 'Cancelar', 'Guardar y volver al listado', and 'Añadir restricciones'. A footer bar contains the text 'Usability Project' and 'Desarrollado por Luis Cayola Perez ©. 2016'.

**Figura L.3 – Parte inferior de la pantalla de Nuevo Proyecto (planificación y menú inferior)**

The screenshot displays the 'Proyecto 0 - Restricciones' screen. It has a dark blue header with the title and a navigation bar with 'Logout', 'Lista de Proyectos', and 'Datos del proyecto'. The main content area is titled 'Por favor, responda a las siguientes preguntas sobre su proyecto: ?'. Below this is a section 'RESTRICCIONES DEL PROYECTO' with five questions, each with three radio button options: 'SI' (orange), 'NO' (teal), and 'NO SÉ' (teal). The questions are:
 

- ¿El calendario del proyecto es ajustado?
- ¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados?
- ¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto?
- ¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuanto antes?
- ¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo?

 At the bottom, there is a section titled 'RESTRICCIONES DEL USUARIO'.

**Figura L.4 – Pantalla de restricciones**



**Escenario 2 - Configuración**

Logout Lista de Proyectos

**Datos del proyecto**

Nombre  
Escenario 2

ID  
ID\_E2

Descripción  
Comentario Proyecto2

**Planificación ?**

Adquisición y Suministro

Análisis de Requisitos

Diseño e Implementación

**Figura L.5 – Pantalla de Configuración de Proyecto**

Diagramas de Afinidad (63%)	Inspecciones (48%)	Test de Usabilidad en Laboratorio (25%)
Tormenta de Ideas Visual (62%)	Metodología Basada en Modelos (44%)	Pensar en Voz Alta (24%)
Cuestionarios (62%)		Guía de Estilo del Producto (17%)

Lista de técnicas aplicadas en el proyecto ?	
Observación de Usuarios	
Análisis de Incidentes Críticos	
Cuestionarios	
Entrevistas	
Métodos Creativos	
Métodos Basados en Documentación	
Evaluación Automática	
Personas	
Casos de Uso Esenciales	
Card Sorting	
Escenarios y Storyboards	
Prototipos de Papel	
Retroalimentación del usuario	
HTA	
JEM	
Diagramas de Transición de estados de la Interfaz	
Guía de Estilo del Producto	
Mapa de Navegación	

**Figura L.6 – Lista de técnicas aplicadas en el Proyecto**

## M Comprobaciones de accesibilidad para daltonismo

Se presentan a continuación las simulaciones realizadas con la herramienta **Color Blindness Simulator** en las comprobaciones de accesibilidad para daltonismo. Se incluyen simulaciones de visión *Normal*, visión con *Deuteranomalía* y visión con *Deuteranopia*.

### Listado de Proyectos

#### *Normal*

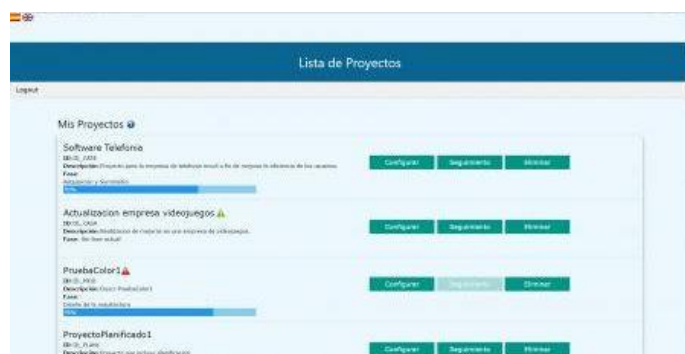


Figura M.1 - Simulación Normal Lista Proyecto

#### *Deuteranomalía*



Figura M.2 - Simulación Deuteranomalía Lista Proyecto

#### *Deuteranopia*



Figura M.3 - Simulación Deuteranopía Lista Proyecto

# Modificación de Restricciones

## Normal

Por favor, responde a las siguientes preguntas sobre su proyecto: <sup>1</sup>

**RESTRICCIONES DEL PROYECTO**

¿El contenido del proyecto es apropiado? SI NO NO SE

¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados? SI NO NO SE

¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto? SI NO NO SE

¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuatro años? SI NO NO SE

¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo? SI NO NO SE

**RESTRICCIONES DEL USUARIO**

¿El usuario es accesible y puede involucrarse? SI NO NO SE

¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa? SI NO NO SE

**RESTRICCIONES DE LA TAREA**

¿La tarea a realizar es de gran complejidad? SI NO NO SE

Figura M.4 - Simulación Normal Modificar Restricciones

## Deuteranomalía

Por favor, responde a las siguientes preguntas sobre su proyecto: <sup>1</sup>

**RESTRICCIONES DEL PROYECTO**

¿El contenido del proyecto es apropiado? SI NO NO SE

¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados? SI NO NO SE

¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto? SI NO NO SE

¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuatro años? SI NO NO SE

¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo? SI NO NO SE

**RESTRICCIONES DEL USUARIO**

¿El usuario es accesible y puede involucrarse? SI NO NO SE

¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa? SI NO NO SE

**RESTRICCIONES DE LA TAREA**

¿La tarea a realizar es de gran complejidad? SI NO NO SE

Figura M.5 - Simulación Deuteranomalía Modificar Restricciones

## Deuteranopia

Por favor, responde a las siguientes preguntas sobre su proyecto: <sup>1</sup>

**RESTRICCIONES DEL PROYECTO**

¿El contenido del proyecto es apropiado? SI NO NO SE

¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados? SI NO NO SE

¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto? SI NO NO SE

¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuatro años? SI NO NO SE

¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo? SI NO NO SE

**RESTRICCIONES DEL USUARIO**

¿El usuario es accesible y puede involucrarse? SI NO NO SE

¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa? SI NO NO SE

**RESTRICCIONES DE LA TAREA**

¿La tarea a realizar es de gran complejidad? SI NO NO SE

Figura M.6 - Simulación Deuteranopía Modificar Restricciones

Seguimiento

Normal



Figura M.7 - Simulación Normal Seguimiento

Deuteranomalía



Figura M.8 – Simulación Deuteranomalía Seguimiento

Deuteranopia



Figura M.9 - Simulación Deuteranopia Seguimiento

## N Ejemplos de diseño responsive

Se muestran variaciones de la interfaz de las distintas pantallas de la herramienta al visualizarlas en dispositivos de diferentes dimensiones.

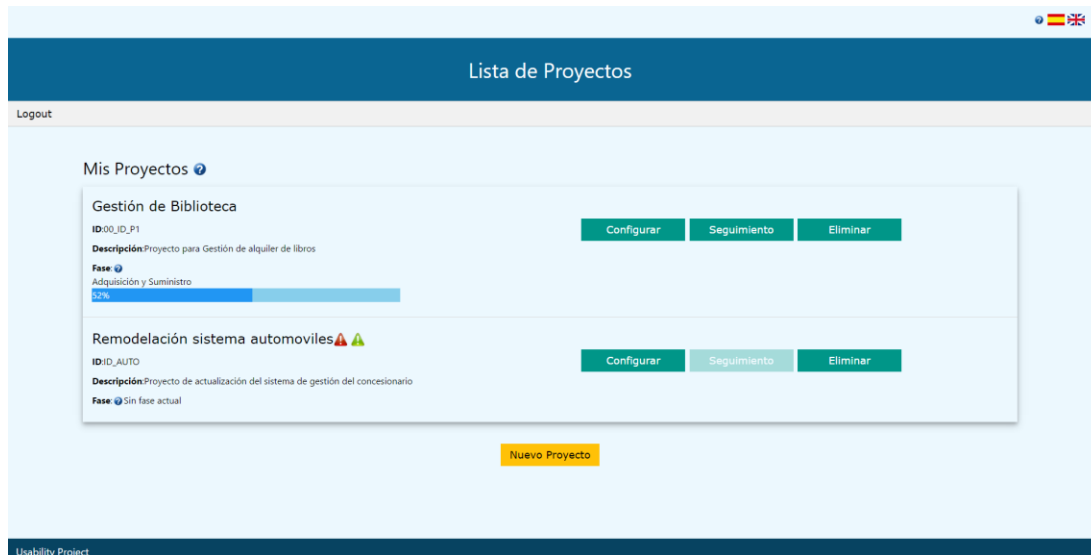


Figura N.1 – Interfaz de Lista de Proyectos en Ordenador Portátil

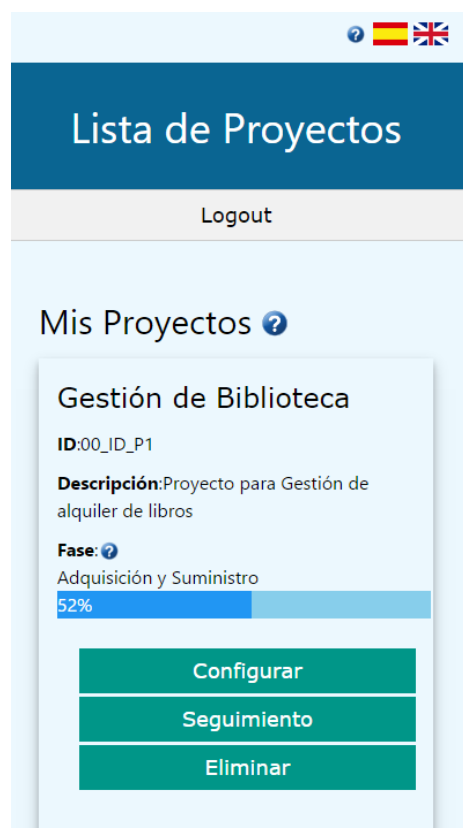


Figura N.2 – Interfaz de Lista de Proyectos en Smartphone (iPhone 5s)

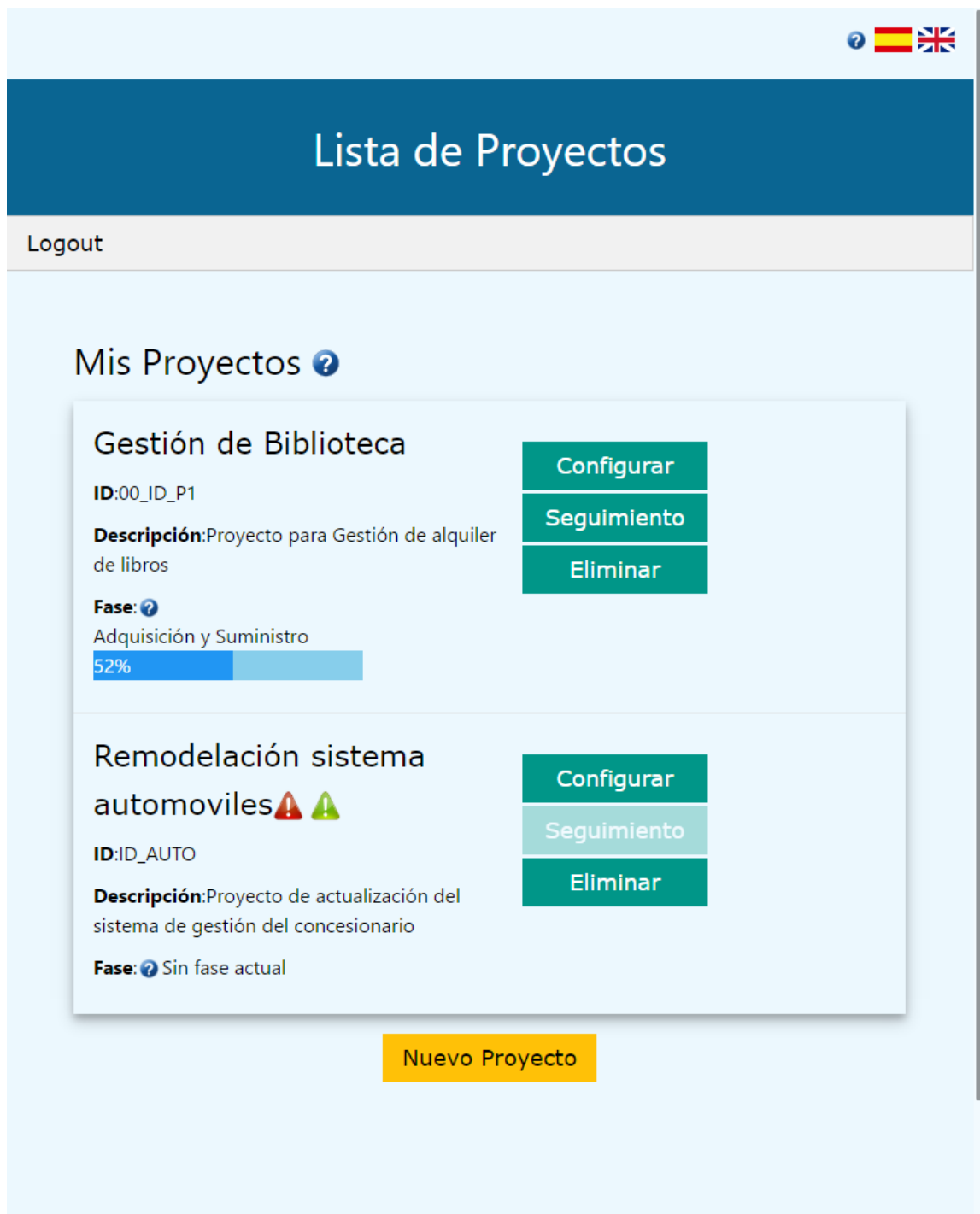


Figura N.3 – Interfaz de Lista de Proyectos en Tableta (Nexus 10)

Remodelación sistema automoviles - Restricciones

Logout Lista de Proyectos Datos del proyecto

Por favor, responda a las siguientes preguntas sobre su proyecto: ?

**RESTRICCIONES DEL PROYECTO**

¿El calendario del proyecto es ajustado? SI NO NO SÉ

¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados? SI NO NO SÉ

¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto? SI NO NO SÉ

¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuanto antes? SI NO NO SÉ

¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo? SI NO NO SÉ

**RESTRICCIONES DEL USUARIO**

**Figura N.4 – Interfaz de Restricciones en Ordenador Portátil**

Por favor, responda a las siguientes preguntas sobre su proyecto: ?

**RESTRICCIONES DEL PROYECTO**

¿El calendario del proyecto es ajustado? SI NO NO SÉ

¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados? SI NO NO SÉ

¿El principal...

**Figura N.5 – Interfaz de Restricciones en Smartphone (iPhone 5s)**

Software Telefonía - Seguimiento		
Logout	Lista de Proyectos	Datos del proyecto
Se muestran las recomendaciones para la fase: <b>Adquisición y Suministro</b>		
Cambiar de fase		
Porcentaje de fase completado		
0%		
Métodos a aplicar		
Recomendados	Neutros	No Recomendados
✓ Card Sorting (86%)	Escenarios de Tareas (57%)	✓ Información Post-Test (32%)
Observación de Usuarios (84%)	✓ Personas (56%)	Metodología Basada en Modelos (30%)
Prototipos de Papel (82%)	Casos de Uso Esenciales (56%)	Modelo del contenido de la Interfaz (26%)
Diseño Colaborativo y Evaluación (80%)	Análisis Competitivo (55%)	Análisis de Impacto (26%)
Recorrido Pluralístico (79%)	✓ Observación Etnográfica (54%)	✓ Pensar en Voz Alta (22%)
Métodos Basados en Documentación (73%)	Mapa de Navegación (52%)	Test de Usabilidad en Laboratorio (17%)
Perfiles de Usuario (68%)	Entrevistas (51%)	✓ Guía de Estilo del Producto (13%)
✓ Diagramas de Afinidad (68%)	Diagramas de Transición de estados de la Interfaz (44%)	Evaluación Heurística (0%)
Mapa de Roles de Usuario (67%)	✓ Inspecciones (44%)	Análisis de Incidentes Críticos (0%)
Tormenta de Ideas Visual (66%)	Mediciones relativas a rendimiento (38%)	✓ HTA (0%)
Investigación Contextual (65%)	Evaluación Automática (38%)	✓ Recorrido Cognitivo (0%)

Figura N.6 – Interfaz de Seguimiento en Ordenador Portátil

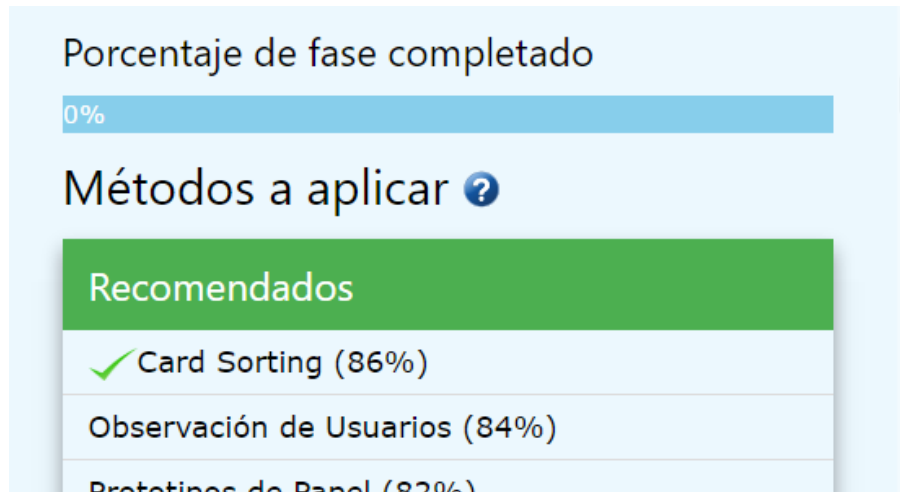


Figura N.7 – Interfaz de Seguimiento en Smartphone (Galaxy Edge S6)





**Figura N.8 – Interfaz de Seguimiento en Tableta (Nexus 7)**



**Figura N.9 – Interfaz de Seguimiento en Smartphone (iPhone 5s)**

Observamos que las distintas agrupaciones ahora se encuentran dispuestas de forma vertical para garantizar un tamaño mínimo.

## O Entrada del usuario para los escenarios de la prueba de concepto

Se muestran las respuestas que el usuario daría en el cuestionario de la herramienta para cada uno de los escenarios descritos en la prueba de concepto.

Por favor, responda a las siguientes preguntas sobre su proyecto: ?

RESTRICCIONES DEL PROYECTO		
¿El calendario del proyecto es ajustado?	SI	NO NO SÉ
¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados?	SI	NO NO SÉ
¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto?	SI	NO NO SÉ
¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuanto antes?	SI	NO NO SÉ
¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo?	SI	NO NO SÉ
RESTRICCIONES DEL USUARIO		
¿El usuario es accesible y puede involucrarse?	SI	NO NO SÉ
¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa?	SI	NO NO SÉ
RESTRICCIONES DE LA TAREA		
¿La tarea a realizar es de gran complejidad?	SI	NO NO SÉ
¿Cometer errores durante la utilización de la herramienta puede tener graves consecuencias?	SI	NO NO SÉ
¿La tarea es completamente nueva para los usuarios?	SI	NO NO SÉ
¿Existe un gran rango de tareas a realizar?	SI	NO NO SÉ
¿El proyecto implicará cambios organizativos o técnicos de importancia?	SI	NO NO SÉ
¿Es de especial importancia la exactitud y rapidez en la interacción con el producto?	SI	NO NO SÉ
RESTRICCIONES DEL PRODUCTO		
¿El producto es una adaptación de otro producto o sistema ya existente?	SI	NO NO SÉ
¿El producto es sencillo y está bien entendido?	SI	NO NO SÉ
¿Se espera una gran adaptabilidad del producto, siendo posible su configuración para entornos específicos?	SI	NO NO SÉ
RESTRICCIONES DE HABILIDADES		
¿Se cuenta con la colaboración de expertos en el campo de la ergonomía y usabilidad?	SI	NO NO SÉ

Figura O.1 – Entrada usuario Escenario 1

Por favor, responda a las siguientes preguntas sobre su proyecto: ?

RESTRICCIONES DEL PROYECTO		
¿El calendario del proyecto es ajustado?	SI	NO NO SÉ
¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados?	SI	NO NO SÉ
¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto?	SI	NO NO SÉ
¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuanto antes?	SI	NO NO SÉ
¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo?	SI	NO NO SÉ
RESTRICCIONES DEL USUARIO		
¿El usuario es accesible y puede involucrarse?	SI	NO NO SÉ
¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa?	SI	NO NO SÉ
RESTRICCIONES DE LA TAREA		
¿La tarea a realizar es de gran complejidad?	SI	NO NO SÉ
¿Cometer errores durante la utilización de la herramienta puede tener graves consecuencias?	SI	NO NO SÉ
¿La tarea es completamente nueva para los usuarios?	SI	NO NO SÉ
¿Existe un gran rango de tareas a realizar?	SI	NO NO SÉ
¿El proyecto implicará cambios organizativos o técnicos de importancia?	SI	NO NO SÉ
¿Es de especial importancia la exactitud y rapidez en la interacción con el producto?	SI	NO NO SÉ
RESTRICCIONES DEL PRODUCTO		
¿El producto es una adaptación de otro producto o sistema ya existente?	SI	NO NO SÉ
¿El producto es sencillo y está bien entendido?	SI	NO NO SÉ
¿Se espera una gran adaptabilidad del producto, siendo posible su configuración para entornos específicos?	SI	NO NO SÉ
RESTRICCIONES DE HABILIDADES		
¿Se cuenta con la colaboración de expertos en el campo de la ergonomía y usabilidad?	SI	NO NO SÉ

Figura O.2 – Entrada usuario Escenario 2

Por favor, responda a las siguientes preguntas sobre su proyecto: ?

RESTRICCIONES DEL PROYECTO

¿El calendario del proyecto es ajustado?

SI

NO

NO SÉ

¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados?

SI

NO

NO SÉ

¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto?

SI

NO

NO SÉ

¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuanto antes?

SI

NO

NO SÉ

¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo?

SI

NO

NO SÉ

RESTRICCIONES DEL USUARIO

¿El usuario es accesible y puede involucrarse?

SI

NO

NO SÉ

¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa?

SI

NO

NO SÉ

RESTRICCIONES DE LA TAREA

¿La tarea a realizar es de gran complejidad?

SI

NO

NO SÉ

¿Cometer errores durante la utilización de la herramienta puede tener graves consecuencias?

SI

NO

NO SÉ

¿La tarea es completamente nueva para los usuarios?

SI

NO

NO SÉ

¿Existe un gran rango de tareas a realizar?

SI

NO

NO SÉ

¿El proyecto implicará cambios organizativos o técnicos de importancia?

SI

NO

NO SÉ

¿Es de especial importancia la exactitud y rapidez en la interacción con el producto?

SI

NO

NO SÉ

RESTRICCIONES DEL PRODUCTO

¿El producto es una adaptación de otro producto o sistema ya existente?

SI

NO

NO SÉ

¿El producto es sencillo y está bien entendido?

SI

NO

NO SÉ

¿Se espera una gran adaptabilidad del producto, siendo posible su configuración para entornos específicos?

SI

NO

NO SÉ

RESTRICCIONES DE HABILIDADES

¿Se cuenta con la colaboración de expertos en el campo de la ergonomía y usabilidad?

SI

NO

NO SÉ

Figura O.3 – Entrada usuario Escenario 3

Por favor, responda a las siguientes preguntas sobre su proyecto: ?

RESTRICCIONES DEL PROYECTO

¿El calendario del proyecto es ajustado?

SI

NO

NO SÉ

¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados?

SI

NO

NO SÉ

¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto?

SI

NO

NO SÉ

¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuanto antes?

SI

NO

NO SÉ

¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo?

SI

NO

NO SÉ

RESTRICCIONES DEL USUARIO

¿El usuario es accesible y puede involucrarse?

SI

NO

NO SÉ

¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa?

SI

NO

NO SÉ

RESTRICCIONES DE LA TAREA

¿La tarea a realizar es de gran complejidad?

SI

NO

NO SÉ

¿Cometer errores durante la utilización de la herramienta puede tener graves consecuencias?

SI

NO

NO SÉ

¿La tarea es completamente nueva para los usuarios?

SI

NO

NO SÉ

¿Existe un gran rango de tareas a realizar?

SI

NO

NO SÉ

¿El proyecto implicará cambios organizativos o técnicos de importancia?

SI

NO

NO SÉ

¿Es de especial importancia la exactitud y rapidez en la interacción con el producto?

SI

NO

NO SÉ

RESTRICCIONES DEL PRODUCTO

¿El producto es una adaptación de otro producto o sistema ya existente?

SI

NO

NO SÉ

¿El producto es sencillo y está bien entendido?

SI

NO

NO SÉ

¿Se espera una gran adaptabilidad del producto, siendo posible su configuración para entornos específicos?

SI

NO

NO SÉ

RESTRICCIONES DE HABILIDADES

¿Se cuenta con la colaboración de expertos en el campo de la ergonomía y usabilidad?

SI

NO

NO SÉ

Figura O.4 – Entrada usuario Escenario 4

Por favor, responda a las siguientes preguntas sobre su proyecto: ?

RESTRICCIONES DEL PROYECTO

¿El calendario del proyecto es ajustado?

SI

NO

NO SE

¿Los fondos para la realización del proyecto son muy limitados?

SI

NO

NO SE

¿El principal requerimiento es una muy alta calidad del producto?

SI

NO

NO SE

¿Necesita obtener feedback o comentarios u opiniones de los usuarios cuanto antes?

SI

NO

NO SE

¿Las especificaciones del proyecto pueden variar en gran medida a lo largo de su desarrollo?

SI

NO

NO SE

RESTRICCIONES DEL USUARIO

¿El usuario es accesible y puede involucrarse?

SI

NO

NO SE

¿El usuario puede tener algún tipo de discapacidad significativa?

SI

NO

NO SE

RESTRICCIONES DE LA TAREA

¿La tarea a realizar es de gran complejidad?

SI

NO

NO SE

¿Cometer errores durante la utilización de la herramienta puede tener graves consecuencias?

SI

NO

NO SE

¿La tarea es completamente nueva para los usuarios?

SI

NO

NO SE

¿Existe un gran rango de tareas a realizar?

SI

NO

NO SE

¿El proyecto implicará cambios organizativos o técnicos de importancia?

SI

NO

NO SE

¿Es de especial importancia la exactitud y rapidez en la interacción con el producto?

SI

NO

NO SE

RESTRICCIONES DEL PRODUCTO

¿El producto es una adaptación de otro producto o sistema ya existente?

SI

NO

NO SE

¿El producto es sencillo y está bien entendido?

SI

NO

NO SE

¿Se espera una gran adaptabilidad del producto, siendo posible su configuración para entornos específicos?

SI

NO

NO SE

RESTRICCIONES DE HABILIDADES

¿Se cuenta con la colaboración de expertos en el campo de la ergonomía y usabilidad?

SI

NO

NO SE

Figura O.5 – Entrada usuario Escenario 5

## ***P Tareas del test de Usuarios***

### **Test de Usuario**

Por favor, realice las tareas especificadas a continuación.

Durante su realización, trate de expresar en voz alta las impresiones que le produzca la herramienta.

0. **Regístrese** en el sistema y **haga Log In** con la cuenta de usuario creada.

1. Cree un nuevo proyecto. Introduzca los siguientes datos en los campos:

- **Nombre:** TEST DE USUARIO
- **ID:** ID\_TEST
- **Descripción:** “Proyecto para el test de usuario.”

Añada la siguiente planificación:

Fase de **Adquisición y Suministro:** Del 15 de Abril al 15 de Mayo.

Fase de **Diseño e Implementación:** Del 15 de Mayo al 15 de Junio.

Fase de **Mantenimiento:** Del 15 de Julio al 15 de Agosto.

Guarde el proyecto **sin añadir restricciones**.

2. **Añada restricciones** al proyecto creado. Puede dar la respuesta que desee a las preguntas que se le plantearán. Trate de que estas sean variadas y no deje ninguna sin responder.

3. Modifique la descripción y la planificación del proyecto creado.

La nueva **descripción** será: “Proyecto de test de usuario ACTUALIZADO”

La nueva planificación será:

- Fase de **Análisis de Requisitos:** Del 15 de Abril al 15 de Mayo.
- Fase de **Diseño e Implementación:** Del 15 de Junio al 15 de Julio.

4. Acceda a la pantalla de seguimiento del proyecto creado. Obtenga las recomendaciones para la fase de **Evaluación y Pruebas**.

5. Obtenga información de la técnica de **Retroalimentación del Usuario**. Inserte un comentario y pulse **Aceptar** para guardar los cambios. Seleccione **Retroalimentación del Usuario** de la lista de técnicas aplicadas y consulte el comentario insertado.

6. Elimine el proyecto creado y salga del sistema.

## Q Resultados del cuestionario USE

Dimensión	Pregunta	Valoración media (1-7)	Promedio por dimensión (1-7) (SD)	Porcentaje
Utilidad	Me ayuda a ser más eficaz	5,53	5,77 (0,24)	82,38%
	Me ayuda a ser más productivo	5,67		
	El sistema es útil	6,27		
	Me da más control de mis actividades cotidianas	5,73		
	Hace que las tareas que quiero realizar sean más sencillas	5,67		
	Ahorro tiempo usándolo	5,67		
	Se adapta a mis necesidades	5,60		
	Hace todo lo que se espera de él	6,00		
Facilidad de Uso	Es fácil de usar	6,47	6,23 (0,25)	89,00%
	Es simple	6,47		
	Es amigable	6,20		
	Requiere el menor número de pasos para realizar lo que quiero	6,13		
	Es flexible	5,80		
	Usarlo no requiere esfuerzo	6,53		
	Se puede usar sin manual de instrucciones	6,13		
	No se notan inconsistencias	6,60		
	Le gustaría tanto a usuarios ocasionales como habituales	6,00		
	Me puedo recuperar de errores fácil y rápidamente	6,07		
Facilidad de Aprendizaje	Lo sé usar con éxito siempre	6,13	6,47 (0,09)	92,38%
	Lo he aprendido a usar rápidamente	6,53		
	Puedo recordar fácilmente cómo se usa	6,53		
	Es fácil aprender a usarlo	6,47		
Satisfacción General	Me he visto hábil con él rápidamente	6,33	6,15 (0,30)	87,89%
	Estoy satisfecho con él	6,40		
	Lo recomendaría a un amigo	5,67		
	Usarlo es entretenido	6,00		
	Funciona de la manera que quiero que lo haga	6,47		
	Es estupendo	6,47		
	Siento que necesito tenerlo	6,07		
	Es agradable usarlo	6,00		

Figura Q.1 – Resultados detallados del cuestionario USE